NOT TO BE TAKEN FROM THE LIBRARY

MS
1913

131328

LSHTM
0011108563

George b. Low.

ROSS INSTITUTE ★ LIBRARY ★

London School of Hygiene & Tropical Medicine LIBRARY
08 DEC 2005

PROPERTY
OF THE
ROYAL SOCIETY
OF TROPICAL
MEDICINE
AND
HYGIENE.
MANSON HOUSE,
26, PORTLAND PLACE.
LONDON, W.1.

George B. Low.

V.

Die Filarien des Menschen.

Von

Prof. Dr. **Fülleborn**
in Hamburg.

Mit 6 Tafeln und 41 Figuren im Text.

(Inhaltsübersicht siehe Seite 340—41).

Einleitende Bemerkungen*).

A. Zur Morphologie und Systematik der erwachsenen Würmer**).

Filarien sind zu den Nematoden gehörige Würmer von fadenförmiger Gestalt.

Die Männchen sind von den Weibchen schon makroskopisch durch ihre erheblich geringere Größe und durch das oft korkenzieherartig eingerollte Schwanzende zu unterscheiden (Fig. 1). Am Körperende befindet sich auch die Anogenitalöffnung der Männchen mit den beiden, in Form und Größe ungleichen Spicula, winzigen, nur mikroskopisch erkennbaren Chitinstäbchen, welche bei der Begattung aus jener Oeffnung hervorgestreckt werden und zur Ueberleitung des Spermas in die weiblichen Genitalien dienen. Die Gestalt und die

*) Die kleingedruckten Zahlen beziehen sich auf die Nummern des dieser Arbeit angefügten Literaturverzeichnisses; ein „S." neben der Zahl bezeichnet die Seite, auf der die zitierte Stelle sich in der angezogenen Publikation befindet, „zit. n." ist Abkürzung für „zitiert nach". Hinter Autoren-Namen, die mit nur einer Arbeit im Literaturverzeichnis vermerkt sind — wo also Mißverständnisse ausgeschlossen waren — ist die Zahl in der Regel fortgelassen.

**) Die kurzen Bemerkungen über den Bau der erwachsenen Filarien, die hier dieser für den Arzt zusammengestellten Arbeit vorausgeschickt sind, berücksichtigen nur die für die Differentialdiagnose zwischen den Filarien des Menschen hauptsächlich in Betracht kommenden Punkte; wegen genauerer Angaben über die Anatomie der erwachsenen Filarien (resp. Nematoden) — die mikroskopischen Larvenstadien werden im Text ausführlich besprochen — sei auf die Lehrbücher der Zoologie und die unter Nr. 24 und 137 zitierten Arbeiten verwiesen.

Von älteren zusammenfassenden Bearbeitungen über die Filarien des Menschen ist die treffliche Monographie von Penel (1903) in erster Linie zu erwähnen; eine neuere in holländischer Sprache ist von Flu (1911) verfaßt. Für die Filarien der Haustiere ist besonders das Handbuch von Railliet (1895) zu nennen, für die Filarien anderer Tiere die unter Nr. 2 zitierte Arbeit.

Die Klinik und Therapie der Filarienkrankheiten ist in der vorliegenden Arbeit nur kurz gestreift, da alle Handbücher der Tropenmedizin darüber informieren.

99

Maße der Spicula und ebenso die Form und Anzahl der in der Umgebung der Anogenitalöffnung und dahinter befindlichen Tastpapillen der Männchen gehören zu den wichtigsten systematischen Unterscheidungsmerkmalen (cf. Fig. 32).

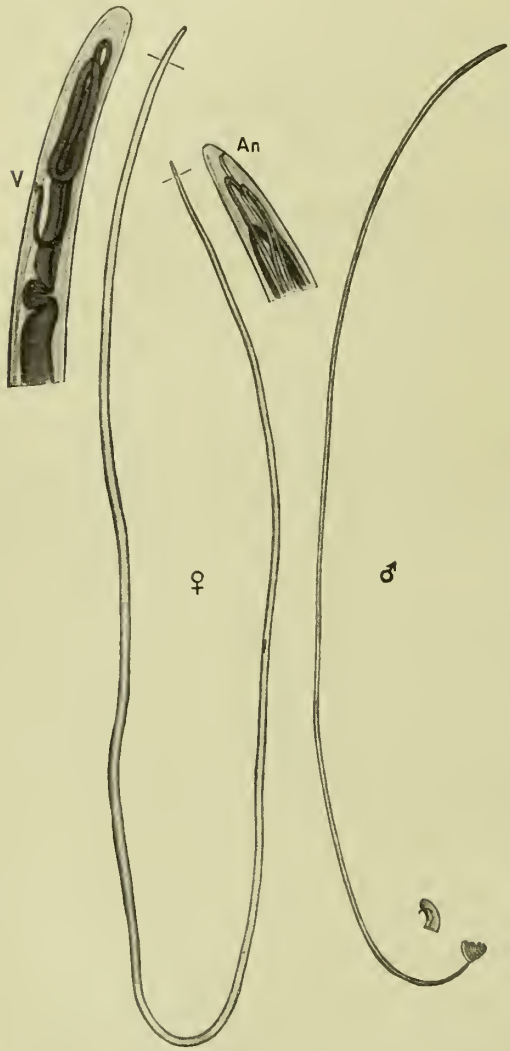


Fig. 1. Dirofilaria immitis aus dem Herzen des Hundes in natürlicher Größe; daneben das Vorderende des ♀ und die Hinterenden von ♀ und ♂. 10-mal vergrößert.

Man unterscheidet bei den Schwanzpapillen, deren Anzahl und Ausbildung bei ein und derselben Art nicht immer konstant ist, große und kleine, präanale und postanale — die in der Nachbarschaft des Anus befindlichen werden auch als paranale zusammengefaßt — mediane und laterale; die letzteren liegen bei manchen Arten in einem bei Seitenansicht „flügelförmig“ aussehenden Cuticularanhang zu beiden Seiten des Schwanzendes*) (cf. Fig. 32).

Die relativ großen Weibchen, deren Körperinneres fast ganz von dem, meist in zwei Schläuche gegabelten, Tausende von Eiern und Embryonen enthaltenden Uterus angefüllt ist, entleeren ihr Blut durch eine dicht am Vorderende gelegene Oeffnung; auch die Lage dieser „Vulva-Oeffnung“ ist differentialdiagnostisch von Wichtigkeit. Die Ausmündung des bei beiden Geschlechtern den Körper durchziehenden Darmkanals liegt auch bei den Weibchen nahe dem Körperende (dem erwachsenen Dracunculus ♀ fehlt die Analöffnung).

Von anderen wichtigen Unterscheidungsmerkmalen seien noch die freilich vom Kontraktionszustande des Wurms nicht unbeeinflußte[199] Gestalt des Vorder- und Hinterendes und die für manche Arten charakteristischen Verdickungen der Körperhaut (Cuticula) erwähnt; auch die um die terminale Mundöffnung bei manchen Arten nachweisbaren „Lippen“ und „Mundpapillen“ resp. die übrigen am Vorderende vorkommenden Papillen werden für die Differential-

*) Vgl. hierzu jedoch FÜLLEBORN[86].

diagnose benutzt, ebenso noch einige andere Strukturen und deren relative Lage*). Einen guten Anhaltspunkt für die Differentialdiagnose der erwachsenen Weibchen liefert endlich die Untersuchung der aus ihren Geburtswegen entleerten reifen Larven, welche meist für die einzelnen Arten charakteristische Unterschiede aufweisen.

Die Familie der Filariidae zählt mehrere Gattungen. Von diesen kommt speziell für den Menschen hauptsächlich die Gattung Filaria in Betracht, der in vielen Lehrbüchern überhaupt alle beim Menschen schmarotzende Arten zugezählt werden, und wenn im folgenden schlechtweg von „Filarien" die Rede ist, so ist dies in demselben Sinne gemeint. Von anderen Autoren wird der Medina-Wurm statt Filaria medinensis als Dracunculus medinensis bezeichnet und vielleicht wird man den mit noch mehr Synonymis bezeichneten Wurm noch weiter umtaufen, da er nach Leuckart und zur Strassen nahe verwandtschaftliche Beziehungen zu Ichthyonema hat. Ferner wurde von Railliet & Henry in jüngster Zeit die Systematik der Filariidae revidiert und aus Filaria volvulus wurde Onchoccerca volvulus, aus Filaria perstans wurde Acanthocheilonema perstans**) und aus Filaria magalhãesi wurde Dirofilaria magalhãesi. Zu Dirofilaria werden von Railliet & Henry auch die frühere Filaria immitis und die von diesen Autoren davon abgetrennte D. repens des Hundes gerechnet; in bezug auf die Systematik der übrigen Filariidae der Tiere (resp. der ausnahmsweise auch beim Menschen gefundenen Arten) verweise ich auf Railliet & Henry und die unter den Nummern 2 und 38 des Literaturverzeichnisses angegebenen Arbeiten***).

Einige für den Arzt in bezug auf die Unterscheidungen der wichtigsten Arten besonders in Betracht kommende Anhaltspunkte sind auf der anliegenden Tabelle†) vermerkt; genauere zur Differentialdiagnose dienende Angaben finden sich in den Spezialabschnitten des Textes.

Die bei allen Wirbeltier-Gruppen und auch bei Wirbellosen (Cölenteraten) in sehr zahlreicheu, aber bisher noch ganz ungenügend bekannten Arten vorkommenden Filarieu interessieren uns in diesem Zusammenhange nur insoweit als sie zum Verständnis der im Menschen parasitierenden beitragen. Besonders zwei Arten von Hundefilarien kommen in diesem Sinne in Betracht: die im Unterhautbindegewebe lebende relativ kleine Dirofilaria repens und die erheblich größere Dirofilaria immitis, die oft zu Dutzenden zusammengeknäult im rechten Herzen des Hundes, dieses fast ganz ausfüllend, sich aufhält (cf. Fig. 1). Beide Arten sind bereits in Italien recht häufig, und in Ostasien erliegen der Immitis zahlreiche Hunde. Sowohl Dirofilaria repens, wie immitis werden, ähnlich wie Filaria bancrofti, durch Mücken übertragen.

Ob die Filarien des Menschen auch bei Tieren vorkommen, ist bis auf den auch sonst vielfach eine Ausnahmestellung einnehmenden Medina-Wurm einstweilen noch nicht erwiesen. Das Vorkommen von Mikrofilarien im Affenblut, die im gewöhnlichen Trockenpräparat der Microfilaria perstans[284], [225], [126] und demarquayi [129], [146] gliehen, beweist bei der oft großen Aehnlichkeit der Larvenformen ver-

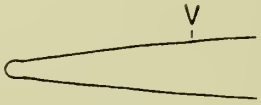
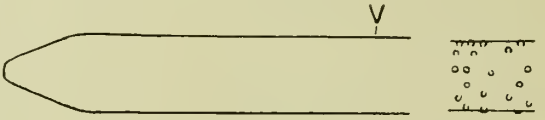
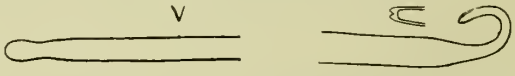
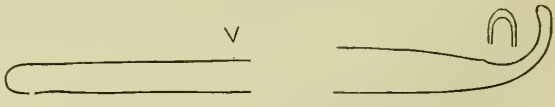
*) Siehe Annett, Dutton & Elliott.

**) Für Acanthocheilonema perstans gebrauche ich im Texte noch den alten Namen Fil. perstans, um das bereits fast fertig gedruckte Konzept nicht durchweg ändern zu müssen.

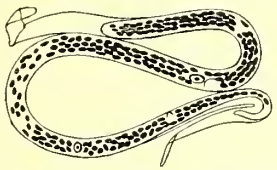
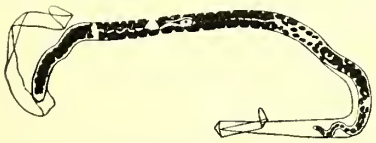
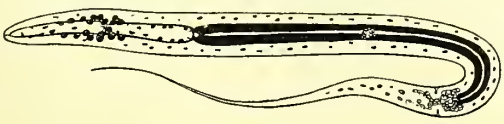
***) Microfilaria als Gattungsname angewandt (z. B. Microfilaria powelli Penel 1905) ist als provisorische Sammelgruppe für solche Arten eingeführt, von denen bisher nur die Larven aber nicht die zugehörigen erwachsenen Würmer bekannt sind.

†) Die Umrißfiguren für die Vorder- und Hinterenden von Perstans und Demarquayi sind mit Benutzung der Figuren der unter 145, 54, 199 zitierten Arbeiten gezeichnet.

Die wichtigsten

Name des Wurmes	Geographische Verbreitung	Einige Kennzeichen des erwachsenen Wurmes (V bedeutet die Lage der Vulva-Oeffnung)
		A. Deren Larven im
Filaria bancrofti	In sehr vielen tropischen und subtropischen Ländern	Aussehen wie weißes Pferdehaar; ♀ ca. fingerlang, ♂ ca. halb so lang wie ♀  Kopf ♀ ca. 40 : 1
Filaria loa	Beschränkte Gebiete des tropischen West-Afrika	Erheblich kürzer, aber viel dicker wie F. bancrofti  Kopf ♀ **nur ca. 20 : 1** Tautropfenartige Cuticular-verdickungen
Filaria perstans (Acanthocheilonema perstans)	Große Gebiete des tropisch. Afrika; in Südamerika Britisch Guayana	Fast so lang wie F. bancrofti, aber noch dünner  Kopf ♀ ca. 40 : 1 Schwanzende. In Dorsoventral-Ansicht (cf. d. ob., stärker vergr. Fig.) „doppelzipflig“
Filaria demarquai	Westindien und Britisch Guayana	Ebenso lang wie F. perstans, aber etwa doppelt so dick  Kopf ♀ ca. 40 : 1 Rundliches Schwanzende ♀ (daneben stärker vergrößert)
		B. Deren Larven bisher im Blute nicht sicher nach-
Onchocerca volvulus	Tropisches West-Afrika u. Hinterland	Durch Sitz in Hautknoten mit anderen Arten nicht zu verwechseln  Tonnenreifenartige Cuticularverdickungen des ♀ ca. 40 : 1
		C. Deren Larven sicher nicht ins Blut gelangen, sondern
Dracunculus medinensis	Viele tropische und subtropische Gegenden der alten Welt; vereinzelt auch Südamerika	Aussehen wie 30—100 cm lange Darmsaite; wegen Größe und klinischen Erscheinungen mit den anderen Arten nicht zu verwechseln

Filarien des Menschen.

Einige Kennzeichen der Larven (Mikrofilarien)	Die Larven übertragende Zwischenwirte	Sitz der erwachsenen Würmer beim Menschen	Wichtigste klinische Symptome
Blute nachweisbar sind.			
 Mf. noctnrna und turnuslose Varietät im dicken Hämatoxylin-Trockenpräparat: a) Lage in gerundeten Windungen (wie „Metallspan"). b) Letzte Schwanzspitze kernfrei. (In Azur-II-Präparat: G¹-Zelle relativ klein.) ca. 400 : 1 — Große Formen mit Scheide	Einzelne Mückenarten	In den Lymphgefäßen und Lymphdrüsen	Lymph-Stauungen: Lymphdrüsenschwellungen (harte und variköse); chylöse Ergüsse, (Chylurie, Chylocele etc.); Filarien-Abszesse; Filarien-Funiculitis u. Orchitis; Prädisposition zu tropischer Elephantiasis. Augenerkrankungen (?)
 Mf. diurna im dicken Hämatoxylin-Trockenpräparat: a) Lage zerknittert (wie „nasser Wollfaden"). b) Letzte Schwanzzelle am Schwanzende. (In Azur-II-Präparat: G¹-Zelle sehr groß.) ca. 400 : 1 — Große Formen mit Scheide	Bestimmte Stechfliegen (Chrysopsarten)	Im Bindegewebe	Unter der Haut resp. der Conjunctiva wandernde Würmer; Calabarschwellungen; Filarienabszesse; „Filarienfieber" (?)
 Mf. perstans (stark geschrumpftes Exemplar). a) Schwanz stumpf (wie „hinten abgeschnitten"). b) Letzte Schwanzzelle am Schwanzende. ca. 400 : 1 — Kleine Formen ohne Scheide	Sehr wahrscheinlich Mücken	Im Bindegewebe	Zuweilen anscheinend Calabarschwellungen u. Filarienabszesse; „Filarienfieber" (?)
 Mf. demarquai (stark geschrumpftes Exemplar). a) Schwanz spitz. b) Letzte Schwanzspitze kernfrei. ca. 400 : 1 — Kleine Formen ohne Scheide	Sehr wahrscheinlich Mücken	Im Bindegewebe	?
gewiesen sind, aber vielleicht dorthin gelangen.			
 Groß, ungescheidet, spitzschwänzig. ca. 400 : 1	Wahrscheinlich blutsaugende Arthropoden	In bindegewebigen Hautknoten	Fibromartige (selten vereiternde) Hauttumoren, meist am seitlichen Thorax
von dem Weibchen direkt nach außen entleert werden.			
 Sehr groß und überhaupt nicht mit den anderen Arten zu verwechseln. **nur ca. 200 : 1**	Cyclops-Krebschen (mit Trinkwasser)	Im Bindegewebe	Geschwür infolge des die Haut durchbrechenden ♀ Wurmes; eventuell anschließende Eiterungen

schiedener Arten jedenfalls noch nicht die Identität der Elterntiere[129], [168]; unmöglich wäre das Vorkommen von Mikrofilarien des Menschen bei Tieren andererseits aber auch nicht, da in Tieren schmarotzende Filarien (wie die Filaria conjunctivae der Equiden) gelegentlich in Menschen angetroffen werden[25].

B. Biologisches.

Die im Menschen parasitierenden Filarien sind lebendiggebärend; das früher angenommene, gelegentliche Abgehen von Eiern an Stelle von fertig ausgebildeten Larven dürfte nicht stattfinden (cf. S. 234).

Die Larven (Mikrofilarien) sind mikroskopisch kleine schlangenähnliche Würmchen und gelangen, soweit sie uns hier angehen, bei den Gattungen Filaria, Acanthocheilonema und Dirofilaria und vielleicht auch bei Onchocerca in das Blut des Trägers; da diese „Blutmikrofilarien" die Dicke eines roten Blutkörperchens nicht überschreiten, können sie durch alle Kapillaren des Körpers passieren, ohne zu Verstopfungen der letzteren Anlaß zu geben*). Außer im Blut trifft man gelegentlich Mikrofilarien auch in der Lymphe — wohin die vom Muttertier abgelegte Brut mit Ausnahme der im Hundeherzen parasitierenden Immitis zuerst gelangen muß — und ferner im Urin, im Speichel und in anderen Körperflüssigkeiten (cf. S. 245).

Eine später ausführlich zu besprechende Eigentümlichkeit dieser Blutmikrofilarien ist es, daß manche von ihnen besonders des Nachts, andere am Tage, entweder ausschließlich oder doch in ausgesprochen größerer Anzahl im peripheren Blute angetroffen werden, während bei noch anderen Arten ein solcher quantitativer Unterschied zu verschiedenen Stunden nicht vorhanden ist. Nach diesem periodischen Auftreten spricht man von einer Microfilaria nocturna, diurna und perstans (siehe die Tabelle auf S. 188 u. 189).

Bei der Gattung Dracunculus sind die Larven zwar ebenfalls mikroskopisch klein, aber ganz erheblich größer als die eben besprochenen, sie gelangen jedoch auch nicht in das Blut des Trägers, sondern werden aus dem Vorderende des die Haut durchbrechenden Muttertieres direkt nach außen entleert.

Bei allen bisher bekannten Filarien ist für die Weiterentwickelung der Brut der Uebergang auf einen Zwischenwirt notwendig; d. h. Filarien können sich innerhalb des Menschen und anderer Wirbeltiere nicht direkt vermehren.

Der Zwischenwirt ist bei denjenigen Arten, deren Mikrofilarien in das Blut gelangen, wohl stets ein blutsaugender Arthropode, denn ohne die Vermittlung eines Blutsaugers könnte die Filarienbrut kaum aus dem ursprünglichen Träger zwecks Weiterverbreitung in ein anderes Wirbeltier übertragen werden. Für einige Angehörige der Gattungen Filaria und Dirofilaria sind Mücken auch bereits zweifellos als Zwischenwirte nachgewiesen; in letzteren wachsen die Mikrofilarien bis zu einem gewissen Grade heran, um dann gelegentlich des Stichs der Mücke in ihren definitiven Wirt, wo sie zu erwachsenen Geschlechtstieren ausreifen, zu gelangen. Microfilaria loa entwickelt sich in gewissen Stechfliegen weiter; für Onchocerca wird die Uebertragung durch solche vermutet, doch wäre auch an andere Blutsauger zu denken (vgl. S. 268).

*) Vgl. jedoch S. 191/92.

Bei Dracunculus gelangt die aus dem Körper des Wurmes ins Wasser entleerte Brut in winzige Krebschen (Cyclops-Arten), wächst in diesen etwas heran, um endlich, zugleich mit dem Zwischenwirt durch Trinkwasser in den Magendarmkanal des Menschen oder eines anderen geeigneten Wirtes gelangt, sich zum reifen Wurm zu entwickeln.

Die Zeit, welche vom Eindringen der jungen Filarien in den Körper des Menschen bis zu ihrer Geschlechtsreife vergeht, ist eine relativ lange und zählt nach Monaten, bei manchen Arten offenbar nach Jahren. Die Lebensdauer der Geschlechtstiere ist überhaupt eine sehr lange; abgestorbene können in den Geweben verkalken.

Ebenso wie die Geschlechtstiere sind auch die Blutmikrofilarien sehr langlebig; sie können anscheinend sogar jahrelang leben, wenn sie nicht durch interkurrente Krankheiten des Wirtes oder aus sontigen unbekannten Gründen vorzeitig absterben.

C. Der Sitz der erwachsenen Filarien im Körper des Menschen und die durch die Würmer hervorgerufenen Krankheitssymptome.

Der Aufenthaltsort der erwachsenen Filarien ist für die meisten im Menschen parasitierenden Arten das Bindegewebe*). Die verbreitetste Art, die Filaria bancrofti, hält sich jedoch als Geschlechtstier im Lymphgefäßsystem auf und kann durch Verstopfung desselben zu einer Reihe schwerster Erkrankungen Veranlassung geben; andererseits muß jedoch betont werden, daß Symptome infolge von Lymphgefäßverlegung auch bei Bancrofti keineswegs immer auftreten, sondern daß im Gegenteil nur ein Bruchteil der Bancroftiträger infolge der Anwesenheit des Wurmes wesentliche Krankheitssymptome aufweist.

Die im Bindegewebe lebenden erwachsenen Filarien sind im allgemeinen harmloser, doch sind unsere Kenntnisse, wieweit sie zu Erkrankungen Veranlassung geben können, keineswegs abgeschlossen; gelegentliche Abszesse dürften wohl durch alle Filarienarten hervorgerufen werden können. Die bei Filariasis auftretende Eosinophilie deutet ferner auf eine Abwehr des Organismus gegen spezifische Stoffe über die wir freilich bisher noch nichts Genaueres bei Filarien wissen (vgl. S. 278 ff.).

Lokale Symptome geringfügiger Art — fibromartige Knoten im Unterhautzellgewebe — werden durch Onchocerca hervorgerufen. Ernstere, zuweilen recht gefährliche Störungen verursacht dagegen das die Haut durchbrechende Dracunculus-Weibchen.

Die „Blutmikrofilarien", die manchmal zu vielen Millionen im Blute zirkulieren, so daß ein Tropfen Hunderte davon enthalten kann, sind merkwürdigerweise im allgemeinen ganz unschädlich, weil sie wegen ihrer geringen Dicke die Kapillaren passieren können. Freilich soll es nach manchen Autoren gelegentlich doch durch die Mikrofilarien (vielleicht auch durch Filarieneier) zu Thrombosen oder sonstigen

*) Im Herzen des Menschen sind nur in einem einzigen Falle (Dirofilaria magalhãesi) erwachsene Filarien aufgefunden worden; wahrscheinlich handelt es sich um eine nur gelegentlich im Menschen parasitierende Art (Braun 25 S. 306). Ueber die Hundeherzfilarien siehe S. 187.

Schädigungen kommen (S. 282ff.); jedenfalls sind unsere Anschauungen auch in dieser Beziehung noch nicht völlig geklärt.

D. Die Diagnose der Filariasis.

Eine große Bedeutung für den Arzt haben die Blutmikrofilarien aber jedenfalls vom diagnostischen Standpunkte, da durch sie nicht nur das Vorhandensein von erwachsenen Filarien erwiesen wird, sondern auch die spezielle Art der Elterntiere an den Mikrofilarien erkannt werden kann: dies ist nach dem oben über die verschiedene pathologische Dignität der einzelnen Filarienarten Erwähnten von praktischer Bedeutung.

Eine klinische Differentialdiagnose durch die Untersuchung der erwachsenen Würmer kommt bei der Gruppe der Blutmikrofilarien erzeugenden Arten wegen des versteckten Sitzes der Elterntiere nur selten in Betracht, wennschon gelegentlich in Abszessen oder bei Operationen auch ein erwachsener Wurm aufgefunden wird. Nur Filaria loa macht in dieser Hinsicht eine Ausnahme, da sie bei ihren Wanderungen häufig unter der Conjunctiva des Auges oder auch sonst unter der Haut bemerkbar wird. Ueber die ebenfalls für die Spezialdiagnose wichtigen klinischen Symptome bei den Blutmikrofilarien erzeugenden Arten siehe die Tabelle S. 188/89 und die entsprechenden Sonderabschnitte des Textes.

Onchocerca ist nach Ausschälung und Aufschneiden des durch den Wurm hervorgerufenen Hautknotens ohne weiteres zu diagnostizieren; vor der Exzision kann dieser mit einem gewöhnlichen Fibrom resp. mit dem „Tumor juxtaarticularis“ verwechselt werden.

Dracunculus medinensis ist bei seinem Durchbruch durch die Haut mit nichts anderem zu verwechseln.

Ein Hinweis auf Filarieninfektion ist endlich das Vorhandensein starker Eosinophilie; freilich wird der Wert der Eosinophilie für die Filariendiagnose dadurch verringert, daß Tropenresidenten und besonders Eingeborene recht häufig Träger von Darmparasiten sind, die ja ebenfalls Eosinophilie erzeugen.

Bei Leuten, die Europa nicht verlassen haben, hat man mit Filarieninfektion so gut wie niemals zu rechnen, doch bringen die aus den Kolonien Heimkehrenden ziemlich oft solche von dort mit.

Wenn wir von den wenigen Fällen von in Südspanien erworbenen Bancrofti-Infektionen absehen, hat es sich bei in Europa vom Menschen akquirierten Filarien auch gar nicht um die in dieser Arbeit ausführlich behandelten, epidemiologisch wichtigen Arten gehandelt, sondern um ganz vereinzelte Befunde seltener, resp. wohl nur zufällig in den Menschen versprengter Arten. Die Mikrofilariabefunde Reichmanns [218], [219] bei einem Patienten, der Deutschland nie verlassen hatte, werden von Fülleborn [82] als Kunstprodukte angesprochen.

E. Einige geschichtliche Notizen über die medizinisch wichtigen Filarien*).

Unter den Forschern, welchen wir den Ausbau unserer Kenntnisse über die Filarien des Menschen und deren medizinische Bedeutung verdanken, ist in allererster Linie Sir Patrick Manson zu nennen. Er war es auch, welcher außer zahlreichen Beiträgen über

*) Ausführlichere Angaben über die Entdeckungsgeschichte der menschlichen Filarien bis zum Jahre 1905 finden sich bei Penel [193]. Ueber Einzelheiten siehe auch die Sonderabschnitte dieser Arbeit.

die Morphologie und Biologie der Parasiten eine Weiterentwickelung der Bancrofti-Mikrofilarien in Mücken bereits im Jahre 1877 nachgewiesen hat, wennschon der Uebertragungsmodus erst 1900 durch die von den trefflichen Arbeiten Th. L. Bancrofts angeregten Untersuchungen Lows und James' und in den Einzelheiten noch später klargelegt wurde.

Ueber durch Mückenstiche gelungene Filarienübertragungen auf Hunde mit D. immitis, deren Entwickelung sie, unsere Kenntnisse wesentlich bereichernd, genau studierten, berichteten zuerst Grassi & Noè; einwandsfreie derartige Uebertragungen erzielte 1904 Bancroft (genauere Angaben s. S. 269).

Die Entdeckung der Mikrofilarien im Blute verdanken wir Lewis, der die „Filaria sanguinis hominis" 1872 in Indien beobachtete, während sie im Chyloceleninhalt bereits 1863 von Demarquay und im chylurischen Urin 1866 von Wucherer gesehen waren.

Während die erwachsene Filaria loa schon seit Jahrhunderten bekannt war, wurde das erste Filaria bancrofti-Exemplar im Jahre 1876 von Bancroft nach systematischem Suchen aufgefunden. Die Mikrofilarien von Filaria perstans wurden 1891, die von F. demarquayi 1897 von Manson als besondere Arten abgetrennt: die zugehörigen erwachsenen Würmer wurden 1898 (Perstans durch Daniels) und 1902 (Demarquayi durch Ozzard und durch Daniels) beschrieben. Onchocerca volvulus wurde 1893 von Leuckart beschrieben.

Der Medina-Wurm war schon seit den ältesten Zeiten bekannt. Die Weiterentwickelung der Larven im Cyclops konnte im Jahre 1869*) Fedtschenko in seinen durch Leuckart angeregten Versuchen nachweisen; Uebertragungen (auf Affen) mit infizierte Cyclops enthaltendem Wasser gelangen dagegen erst 1906 Leiper.

Von neueren Arbeiten, welche unsere Kenntnisse über die Filarien des Menschen vertieft und bereichert haben, nenne ich hier besonders die von Annett, Audain, Bahr, Th. L. Bancroft, R. Blanchard, Braun, Brumpt, Clarac, Daniels, Dutton, Elliott, Foley, Grassi, Henry, Külz, Léger, Lebredo, Leiper, Looss, Low, Matthies, Nattan-Larrier, Noè, Penel, Prout, Railliet, Rodenwaldt, zur Strassen, Ward. Ihre Arbeiten und die zahlreicher anderer Autoren werden in den folgenden Abschnitten häufig erwähnt werden.

Technisches**).

I. Erwachsene Filarien.

Man suche nach den erwachsenen Geschlechtstieren von Perstans und Demarquayi auf Grund der bisherigen Erfahrungen besonders im retroperitonealen Bindegewebe (vgl. S. 312 und 315), wenn schon sie ebenso wie Loa vielleicht auch unter der Haut vorkommen mögen. Loa bevorzugt anscheinend die Subcutis der Extremitätenrückseiten resp. die dort befindlichen oberflächlichen Aponeurosen[199]; sie wurden jedoch auch an allen möglichen anderen Körperstellen angetroffen. Auf Filaria bancrofti fahnde man in den geschwollenen Lymphdrüsen, im Samenstrang, den Hoden, den Nebenhoden und

*) Vgl. Anm. *** auf S. 324/25.
**) Vgl. hierzu auch Lit. Nr. 162, 55, 137, 80, 81, 89, 348.

deren Hüllen, in der Umgebung der Cysterna chyli und im elephantiastischen Gewebe[9]. Beim Suchen nach den dünneren Arten kann man leicht Nervenfasern und Bindegewebsstränge für Filarien halten: hat man aber wirklich eine Filarie vor sich, so wird man kaum im Zweifel sein, um was es sich handelt; überdies besitzt wahrscheinlich Bancrofti im frischen Zustande eine auffällige Klebrigkeit[137, 81].

Zu genauerer Durchsicht werden die verdächtigen Organe unter Flüssigkeit präpariert, in der sich die zarten Gebilde auch leichter, ohne sie zu zerreißen, entwirren lassen: man nehme hierzu jedoch niemals gewöhnliches Wasser, in dem die Würmer verquellen, sondern stets nur 0,9-proz. (oder, wie Looss[138 S. 297] empfiehlt, 1—2-proz.) Kochsalzlösung, doch dürfen sie auch darin nicht allzu lange bleiben, wenn sie nicht geschädigt werden sollen. Für die frische Untersuchung, die den Vorteil bietet, die Messungen an ungeschrumpftem Material ausführen zu können, verwende man nach dem Vorschlage von Looss Blutserum oder Lymphe; BAHR benutzt zur Immobilisierung und Streckung der Würmer gelindes Erwärmen. Bei der Sektion achte man auch auf das Vorkommen der nicht seltenen verkalkten Würmer (s. Fig. 22, S. 273).

Die Konservierung erwachsener Filarien geschieht am besten nach den Vorschriften von Looss[137, 138]: Die Würmer werden nach Abspülen in 0,9-proz. NaCl in 70-proz., auf 50—60° erhitzten Alkohol (aber nicht kochenden Alkohol, da dieser die Würmer brüchig macht; siehe auch S. 200) gebracht, der nach ca. 24 Stunden durch kalten von derselben Konzentration ersetzt wird. Für zur mikroskopischen Betrachtung bestimmte Dauerpräparate kommen die Filarien aus dem Alkohol in ein Gemisch von 100 Teilen 70-proz. Alkohol und 5 Teilen Glyzerin, das man bis zum Verdunsten des Alkohols in einer offenen Schale (event. im Paraffinschrank bei ca. 50—55° C) stehen läßt; endlich Einschließen in Glyzeringelatine. Zur Färbung empfiehlt sich Hämatoxylin*); in bezug auf die Haltbarkeit der Färbung von Glyzeringelatinepräparaten ist aber Salzsäurekarmin zweckmäßiger[137]. Vor Formalinkonservierung, die DANIELS empfiehlt, warnt Looss**).

Da manche Arten, wie Bancrofti, Perstans und Demarquayi, in den Sammlungen äußerst selten sind, empfiehlt es sich, auf das kostbare Material einige Mühe zu verwenden, denn genauere Studien sind nur an gut konservierten Exemplaren möglich.

Auch auf Schnitten durch Organe findet man gelegentlich erwachsene Filarien, zuweilen sogar in überraschend großer Anzahl

*) Langes Färben mit verdünnter Hämatoxylin-Lösung; langsames Differenzieren mit ganz schwachem HCl-Wasser; gutes Auswaschen in Aqua dest., um die Reste des gelösten Farbstoffes vor der Neutralisation zu entfernen — sonst wird die Färbung leicht diffus; neutralisieren mit gewöhnlichem Wasser, dem eine Spur Ammoniak zugesetzt werden kann. Um das Eindringen der Präparierflüssigkeiten zu erleichtern und Schrumpfungen bei der Aufhellung mit Glyzerin (siehe oben) zu vermeiden, empfiehlt es sich, den Wurm vorher in Stücke zu zerlegen; die Stücke lassen sich bei der Untersuchung auch leichter „rollen" als der ganze Wurm.

Gut mit Hämatoxylin gefärbte Präparate — am schönsten sind nur ganz schwach tingierte — die man am besten vor und nach der Aufhellung mit Glyzerin betrachtet, zeigen erheblich mehr als ungefärbtes Material.

**) Für makroskopische Demonstrationspräparate ist Formalin recht geeignet. Bei der freilich ziemlich derben Immitis lieferte mir Formalinmaterial auch mikroskopisch noch brauchbare Präparate, doch ist, wenn man die Wahl hat, heißer Alkohol als Fixierungsmittel sicher vorzuziehen.

(vgl. Fig. 23, S. 276); die Technik ist die für Schnittpräparate auch sonst übliche.

II. Mikrofilarien.

A. Für den klinischen Gebrauch empfehlenswerte Methoden.

Für die Untersuchung der Blutmikrofilarien zu klinischen Zwecken ist die Beachtung folgender Vorschriften empfehlenswert:

1) Man benutze zu Mikrofilarienuntersuchungen keine gewöhnlichen Blutausstriche wie man sie bei Malaria etc. anfertigt, sondern arbeite stets mit dicken Blutpräparaten. Für die Untersuchung mancher Feinheiten mögen dünne Ausstriche, wie Foley meint, vielleicht Vorteile bieten: das Blutquantum eines gewöhnlichen Ausstriches ist bei spärlichen Mikrofilarien aber schon an sich zu gering und überdies bleibt noch ein Teil der Würmchen an dem ausstreichenden Objektträger kleben, so daß der nach einem gewöhnlichen Ausstrichpräparate gestellte negative Befund diagnostisch wertlos ist; manchmal finden sich fast alle Mikrofilarien eines solchen Präparates überhaupt nur am Ende des Ausstriches (Fig. 2), und wird zufällig der letzte Blutrest nicht mit ausgestrichen, so entgehen sie der Beobachtung. Endlich ist der ganze Habitus der Mikrofilarien in Ausstrichen nicht derselbe wie im regulären dicken Blutpräparat.

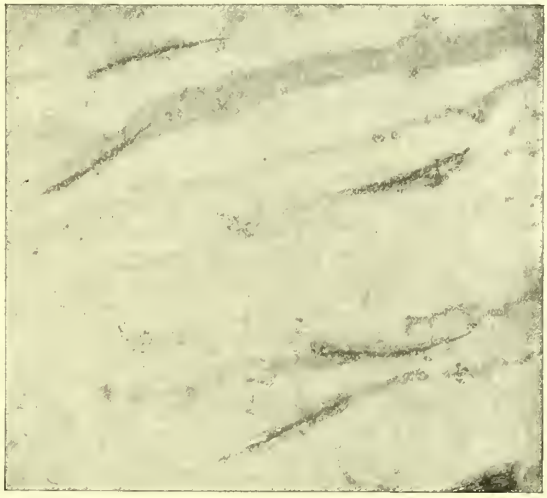


Fig. 2. Ende eines dünnen Microfilaria bancrofti-Ausstriches (Mikrophot.). Die Mikrofilarien liegen fast alle nur am Ende des Ausstriches und haben nicht die charakteristische Gestalt.

Man benutze nur ganz fettfreie Objektträger (da die dicke Blutschicht sich sonst leicht ablöst), bringe ein oder mehrere große Bluttropfen darauf und verteile sie mit der Nadel zu einer ca. 2 cm breiten und 3 cm langen Fläche[162, 55].

2) Man achte darauf, daß das Blutpräparat möglichst bald trocknet. In unseren heimischen Laboratorien geschieht dies auch ohne besondere Anstalten gewöhnlich genügend schnell, bei der feuchten Tropenluft, besonders des Nachts, ist es aber nicht immer leicht zu erreichen [in die Sonne legen; des Nachts vorsichtiges Erwärmen über einer kleinen Spiritusflamme*); mit Papier oder dergleichen fächeln, wodurch auch die Fliegen, die sonst die frische Schicht oft forttupfen, verscheucht werden]. Trocknen die Präparate

*) Man hüte sich vor zu starkem Erwärmen, da sonst die Schicht später leicht abplatzt und die charakteristische Lage der Mikrofilarien auch nicht zustande kommt.

zu langsam, so können die Mikrofilarien oft bis auf die Hälfte und darüber schrumpfen und die für die Bancrofti des Trockenpräparates charakteristische und differentialdiagnostisch wichtige Lage geht oft verloren (cf. Fig. 3 und Tafel IV).

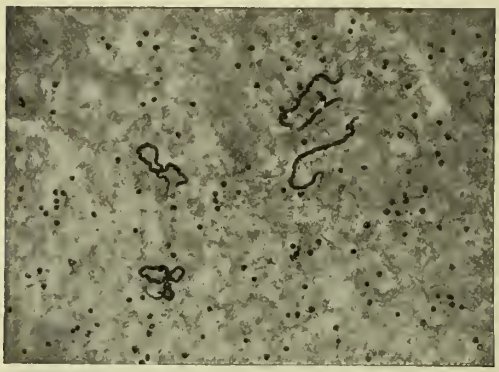


Fig. 3. In feuchter Tropenluft (nachts) zu langsam getrocknetes dickes Präparat von Microfilaria bancrofti (Mikrophot.). Die Mikrofilarien sehen eher so aus, als ob es Microfilaria loa und nicht bancrofti wären.

3) Die gut getrocknete Blutschicht wird durch Einlegen in Aqua dest. von dem Hämoglobin befreit; es dauert bei frischen Präparaten*) kaum eine Minute bis die rote Schicht farblos geworden ist. Durch vorsichtiges Hin- und Herbewegen der Schälchen wird der Prozeß beschleunigt, ebenso dann, wenn man die Schichtseite nach unten legt, aber natürlich so, daß sie den Boden des Schälchens nicht berührt.

4) Das enthämoglobinisierte Präparat kommt dann für einige Minuten (besser etwas länger als kürzer) in Alkohol absolutus, um die Schicht, die sonst leicht abschwimmt, zu härten und auch für die nachfolgende Färbung geeigneter zu machen; will man besonders schonend arbeiten, so benutzt man zuerst schwächere Alkoholkonzentrationen, jedoch ist dies für klinische Zwecke kaum notwendig.

5) Die Färbung geschieht am besten mit Hämatoxylin (ich benutze gewöhnliches Böhmersches), und zwar recht kräftig, um auch die diagnostisch wichtige Scheide gut hervortreten zu lassen. Bei allzu stark ausgefallener Färbung kann man leicht mit schwacher HCl in üblicher Weise differenzieren; die so behandelten Präparate geben sogar besonders klare Bilder, so daß ich die Differenzierung mit HCl regelmäßig anwende.

Romanowsky- resp. Giemsafarbstoff ist für die Mikrofilarienfärbung zu klinischen Zwecken nach meinen Erfahrungen nicht zu empfehlen, während Foley verdünnte Giemsalösung sogar vorzieht. Zwar färbt sich damit oft die Scheide prächtig rot, aber häufig färbt sie sich, zumal in dicken Präparaten[76], auch gar nicht (vgl. S. 203 u. 212), so daß Fehldiagnosen im Giemsapräparat sehr leicht möglich sind und erfahrungsgemäß oft vorkommen; die Mikrophotogramme (Taf. IV, Fig. 14a und b) zeigen ein und dasselbe Mikrofilarienexemplar in einem sonst guten Giemsapräparat und nach erfolgter Nachfärbung mit Hämatoxylin!

Zur einwandfreien Differentialdiagnose zwischen der Larve von Bancrofti und Loa ist häufig die S. 203 u. 204 beschriebene Färbung mit Azur II auch für den Kliniker unerläßlich.

*) Alte Präparate enthämoglobinisieren sich schlecht, oft nur mit Hilfe von verdünnter Essigsäure.

6) Vor der Durchmusterung bestreiche man die ganze Fläche des gefärbten Präparates, nachdem man es an der Luft (resp. um schneller zu arbeiten nach Vorbehandlung mit Alkohol) getrocknet hat, mit Immersionsöl, welches die Schicht aufhellt. Das Auflegen eines Deckglases ist überflüssig und erschwert nur das Arbeiten mit dem Markierapparat. Das Aufsuchen der Mikrofilarien führe man bei möglichst schwacher Vergrößerung (etwa bei Leitz, Linse 25 mm, Okular 3; für Perstans und Demarquayi Leitz, Linse 4, Okular 1) aus, und untersuche die Mikrofilarien zur Differentialdiagnose weiter mit der Immersionslinse. Nach sorgfältigem Abwaschen des Immersionsöls mit Xylol kann man die Präparate uneingedeckt aufbewahren oder in säurefreiem Kanadabalsam einschließen.

7) Von Manson[162,167] wird zwecks schnelleren Arbeitens für den Geübten die Untersuchung des enthämoglobinisierten, noch feuchten, ungefärbten Präparats empfohlen; ferner wird zur Färbung der unfixierten Trockenpräparate von demselben Autor ein ca. einstündiges Einlegen in eine auf ca. 30 ccm Wasser 3—4 oder mehr Tropfen einer konzentrierten alkoholischen Fuchsinlösung enthaltende Mischung (wenn nötig mit nachfolgender Differenzierung in schwacher Essigsäure) angeraten; die Untersuchung der noch feuchten Präparate erfolgt ohne Deckglas. Von Daniels[55] wird Karbolfuchsin angeraten. Foley empfiehlt nach kurzer Fixierung in Alkoholäther auch Methylenblau (das freilich die Scheide nicht färbt).

8) Natürlich ist auch die Frischuntersuchung von Blut und anderen Körperflüssigkeiten zur Diagnose trefflich zu verwenden. Man erkennt dann die Mikrofilarien an ihren schlängelnden Bewegungen und in dickeren Blutschichten wird man durch die den Blutkörperchen erteilte Bewegung auf sie aufmerksam. Durch die Untersuchung des frischen Präparates schützt man sich davor, fädige Verunreinigungen für Mikrofilarien zu halten, was oft genug im Trockenpräparat von Ungeübten geschieht. Für die Differentialdiagnose zwischen den verschiedenen Mikrofilarienarten ist jedoch andererseits das gefärbte Hämatoxylinpräparat vorzuziehen, zumal die dafür wichtige Scheide im frischen Blutpräparate schwerer zu erkennen ist, als man annehmen sollte; um letztere besser sichtbar zu machen, empfiehlt Mackenzie zit. n. 162 Zusatz von Urin, Heuermann von Essigsäure. Handelt es sich um die Differentialdiagnoe zwischen Microfilaria bancrofti und loa, so kann man dem frischen Präparate gleich Azur II zusetzen (siehe S. 202). Um allzu bewegliche Larven zwecks genauer Betrachtung zu immobilisieren, erhitzt man nach dem Vorschlage von Looss[137] den Objektträger ein wenig (ein Streichholz genügt) (cf. S. 238).

9) Handelt es sich um die Prüfung von mehr durchsichtigen Flüssigkeiten, wie Urin, Chyloceleninhalt etc., so wird man von der (evtl. durch Absetzen oder Zentrifugieren angereicherten) Flüssigkeit zweckmäßig recht dicke Schichten frisch untersuchen. Im chylurischen Urin sucht man im Bodensatz und in den Coagulis nach Mikrofilarien[167]; um im Urin abgestorbene leichter zu erkennen, empfiehlt Looss[137] bei schwacher Vergrößerung und mit herabgezogenem Diaphragma zu untersuchen, wobei sich die Mikrofilarien gut abheben.

B. Für Laboratoriumszwecke in Betracht kommende Methoden.

1. Anreicherung der Mikrofilarien.

a) Handelt es sich um die schnelle Gewinnung von Mikrofilarien in kleineren Mengen, so zentrifugiere man das frisch aus der Ohr- oder Fingerwunde in U-Röhrchen aufgesogene Blut sogleich nach der Blutentnahme. Ist das Blut vor dem Zentrifugieren schon fest im Röhrchen geronnen, so lockere man erst das Koagulum am Röhrchenende mit einer Nadel. Die Mikrofilarien finden sich zahlreich in dem klaren Serum des Zentrifugates (besonders dicht oberhalb des roten Koagulums und in den mit Serum ausgefüllten Lücken zwischen Koagulum und Röhrchenwand) und man kann sie nach Abbrechen des Röhrchens in ihrem physiologischen Medium ohne die störenden roten Blutkörperchen untersuchen.

Man kommt auch ohne Zentrifugieren aus, wenn man das im U-Röhrchen gerinnende Blut sich selbst überläßt; aber Zentrifugieren führt schneller zum Absetzen des Serums.

b) Um die Mikrofilarien aus größeren Mengen von — am besten durch Venenpunktion gewonnenem — Blut zu zentrifugieren, muß, wenn man nicht sehr schnell arbeitet, die Gerinnung durch Zusätze verhindert werden. Bahr[9] S. 182 zentrifugiert mit Natrium-citricum-Zusatz*) und findet dann die Mikrofilarien zusammengeknäuelt und aneinander haftend**) in reichlicher Anzahl in der Schicht der weißen Blutkörperchen. Nach Mandel halten sich die Mikrofilarien in Natrium-citricum-Blut mehrere Tage, so daß dieser Zusatz nicht schädlich zu sein scheint. Das Auszentrifugieren muß recht kräftig sein, wenn man alle Mikrofilarien herunterschleudern will; man kann auch erst die roten Blutkörperchen und dann nach Abgießen des Serums die noch darin vorhandenen Mikrofilarien aus letzterem herauszentrifugieren.

Das Auszentrifugieren der Mikrofilarien aus Blut, dem so reichlich physiologische Kochsalzlösung zugesetzt ist, daß die Gerinnung ebenfalls ausbleibt, ist nicht rationell, da sich die wegen der zu starken Blutverdünnung allzu dünne mikrofilarienhaltige Schicht in der Regel nicht ohne eine starke Beimischung von roten Blutkörperchen gewinnen läßt; zweckmäßig ist das Auszentrifugieren der Mikrofilarien aus einer Blut-Kochsalzmischung jedoch in Verbindung mit der nächstfolgenden Methode.

*) Man hüte sich, mit Natrium citricum versetztes Blut zur Anfertigung von gewöhnlichen Trockenpräparaten zu verwenden, was nahe liegt, wenn man für Kurszwecke oder dergleichen Präparate in größeren Mengen herstellen will. Da im Natrium-citricum-Blut die Gerinnung vor dem Eintrocknen des Präparates ausbleibt und das Blut nur antrocknet, riskiert man, daß die dicke Schicht sich beim Enthämoglobinisieren pulverförmig ablöst, was bei dünnen Ausstrichen, wie man sie zur Malaria-Untersuchung anfertigt, nach Werners Erfahrungen allerdings nicht der Fall ist.

**) Die gescheideten Arten können beim Zentrifugieren mit dem Hinterende ihrer Scheiden zu Rosetten, ähnlich denen von agglomerierten Trypanosomen, verkleben, wie dies Leboeuf und Martin[96] S. 412 bei Microfilaria loa beobachteten. Es ist dies jedoch offenbar nur ein rein mechanischer Vorgang, der durch die natürliche Klebrigkeit der Scheide und die durch die Schwerkraft hervorgerufene gleichgerichtete Orientierung der Mikrofilarien beim Zentrifugieren hervorgerufen wird. Mit echter Agglomeration, wie ich sie bei filariformen Strongyloides-Larven besonders nach Zusatz von bestimmten Seris beobachtete, hat dieses Phänomen anscheinend nichts zu tun; bei Immitis-Mikrofilarien konnte jedenfalls Bach eine solche nicht feststellen.

c) Brauchbare Resultate werden erzielt, wenn man die störenden roten Blutkörperchen dadurch entfernt, daß man das Zentrifugat oder Sediment (siehe B, 2c) einer Blut-Kochsalzmischung durch Zusatz von nicht zu wenig Aqua dest. hämolytisch werden läßt*). Die Hämolyse tritt fast momentan ein und man fügt dann sofort $^1/_{10}$ Volumen einer 9-proz. NaCl-Lösung hinzu, so daß aus dem Aqua dest. physiologische Kochsalzlösung wird. Der ganz kurze Aufenthalt in Aqua dest. schädigt anscheinend die Mikrofilarien nicht wesentlich, während sie bei längerem darin natürlich absterben. Dann werden die Mikrofilarien aus der Kochsalzlösung wieder zusammenzentrifugiert oder man läßt sie sich in Spitzgläsern absetzen.

d) Kommt es nicht darauf an, die Mikrofilarien lebend zu erhalten, sondern will man z. B. nur prüfen, ob in einer größeren Blutmenge überhaupt Mikrofilarien vorhanden sind, so kann man das Blut mit Aqua dest.[185] (cf. aber Anm. *), mit Formalin 5-proz., oder mit einem mehrfachen Volum folgender Lösung zentrifugieren:

5-proz. Formalin	95 ccm
Eisessig	5 „
Konzentrierte alkoholische Gentianaviolett-Lösung	2 „

Der Bodensatz, bestehend aus violett gefärbten Mikrofilarien und Leukocyten, wird noch einmal mit Wasser nachzentrifugiert, um ihn auszuwaschen.

e) Levaditi & V. Stanesco benutzen die agglutinierende Wirkung des Ricins, um die roten Blutkörperchen zu eliminieren. Sie bereiten eine 1-proz. Lösung von Ricin Merck in 0,9-proz. NaCl mit Zusatz von 0,01 (Inhalt eines Röhrchens) Hirudin Jacobi auf 100 Flüssigkeit; der Blutegelkopfextrakt dient dazu, um die Koagulation zu verhindern. Mit 4 ccm dieser Lösung steril beschickte Röhrchen werden zugeschmolzen und für eine Stunde bei 60° C gehalten. Beim Gebrauch setzt man 20—30 Tropfen Blut zu dem Inhalt eines Röhrchens. Ist die Agglutination nach einigen Minuten perfekt geworden, so wird die überstehende Flüssigkeit von den am Boden zusammengeballten roten Blutkörperchen abgegossen und die Filarien werden herunterzentrifugiert; das Sediment ist fast frei von Erythrocyten.

2. Konservieren lebender Mikrofilarien.

Im Eisschrank kann man Mikrofilarien viele Wochen lang lebend erhalten; bei Zimmertemperatur sind sie nach erheblich kürzerer Zeit abgestorben (s. S. 238).

a) Handelt es sich um die Konservierung kleinerer Quantitäten von Mikrofilarienblut, so fertigt man mit großen Deckgläsern bedeckte Objektträgerpräparate an und bringt sie, um die Verdunstung zu verhindern, in eine feuchte Kammer oder man umrandet das Deckglas mit Vaseline; dann kommen die Objektträger in den Eisschrank.

b) Noch zweckmäßiger ist es, das Blut in U-Röhrchen aufzusaugen und diese nach Abschluß der Röhrchenenden mit Paraffin in den Eisschrank zu stellen (vgl. B, 1a). Will man nicht das ganze Röhrchen auf einmal verbrauchen, so entnimmt man etwas von dem mikrofilarienhaltigen Serum mit einer Kapillare.

*) Wird statt Blutkörperchensediment resp. Zentrifugatrückstand reines Blut benutzt, so muß diesem sehr viel Aqua dest. zugesetzt werden, weil die Mischung sonst gelatinös wird.

c) Hat man durch Venenpunktion gewonnene größere Blutmengen zur Verfügung, deren Mikrofilarien man längere Zeit lebend konservieren will, so mischt man das direkt aus der Spritze entnommene Blut in Standgläser mit einem so großen Quantum (dem ca. 20-fachen des Blutes) mit steriler 0,9-proz. Kochsalzlösung, daß dadurch die Gerinnung verhindert wird, durchmischt das Ganze und bringt es zugedeckt in den Eisschrank. Die Mikrofilarien sinken mit den roten Blutkörperchen zu Boden und können mit der Pipette aufgenommen werden; natürlich kann man sie auch nachträglich nach der Aqua-dest.-Methode (B, 1c) aus dem Bodensatz anreichern.

3. Die Untersuchung von frischem Material.

Zur Frischuntersuchung fertigt man mit großen Deckgläsern bedeckte Objektträgerpräparate, die man mit Vaseline umrandet. Da die Mikrofilarien anfänglich zu lebhaft sind, um daran Einzelheiten zu erkennen, so wartet man, bis sie allmählich ruhiger geworden sind; jedoch können nach einiger Zeit sehr auffallende Zusammenballungen im Körper der Mikrofilarien auftreten, die wie Koagulation aussehen[162, 81], obschon der Wurm weiter beweglich bleibt. Wie Manson[163] angibt, können die mit Scheide versehenen Mikrofilarien, wenn das Blut des Präparates nach mehrstündigem Aufenthalt auf Eis hämolytisch und damit klebrig geworden ist, bei späterer Wiedererwärmung auf Zimmertemperatur aus ihrer in dem zähen Medium festgehaltenen Scheide ausschlüpfen und bei solchen Exemplaren soll der Bau des Mundorganes besonders gut zu studieren sein*).

Wirth[279] benutzte zur Untersuchung von frischem Material mit Vorteil die Dunkelfeldbeleuchtung.

Daß man die im frischen Präparate allzu beweglichen Würmchen nach dem Vorschlage von Looss[137] auch durch gelindes Erwärmen zur Ruhe bringen kann, wurde bereits oben erwähnt.

Thiroux[258] empfiehlt zu demselben Zwecke einen Zusatz von 1 Proz. Malachitgrün, in dem die Mikrofilarien schnell absterben.

Ueber die sonstigen Methoden der Vitalfärbung siehe weiter unten.

4. Fixierung und Einbettung von Mikrofilarienpräparaten.

Ueber die Trockenfixierung der Mikrofilarien im dicken Blutpräparat wurde bereits S. 195 da Nötige mitgeteilt.

Für genauere morphologische Untersuchungen ist die Anfertigung von feucht fixierten Präparaten ein sehr wertvolles Hilfsmittel, und zwar kommt (wennschon auch andere Methoden, z. B. Fixierung mit heißem Sublimat, gute Resultate geben) doch in erster Linie die Methode der Feuchtfixierung mit 70-proz. heißem Alkohol nach Looss[137, 138 S. 296] in Betracht.

Nach Looss ist die richtige Temperatur von 50—60° C erreicht, wenn aus dem erhitzten Alkohol eben Blasen aufsteigen; wirklich kochen soll der Alkohol nicht. Ich pflege der Feuersgefahr wegen den Alkohol mittelst Wasserbad in einer

*) Nach Einwirkung von gewöhnlicher Eisschranktemperatur, die offenbar nicht genügend tief ist, tritt dieses Ausschlüpfen keineswegs immer auf (cf. auch Huffman). Bahr konnte das Ausschlüpfen erzielen, doch bot solches Material ihm anscheinend keine besonderen Vorteile zur Untersuchung der Mundorgane.

bedeckten Porzellanschale zu erhitzen; da er hierbei leicht Temperaturen über 50—60° C annimmt, kontrolliere ich, wenn es mir auf besonders exaktes Arbeiten ankommt, mit dem Thermometer, was nach Looss überflüssig ist, wenn man im offenen Gefäß direkt über der Flamme bis zum Aufsteigen der ersten Blasen erhitzt.

Zur Fixierung wird das Mikrofilarienblut in nicht zu dicker Schicht auf große Deckgläschen (nicht auf Objektträger) gebracht, die man dann mit der Schichtseite nach unten flach auf den heißen Alkohol fallen läßt; sie sollen einen Augenblick auf der Oberfläche schwimmen, wobei die Schicht erhärtet. Bis zur Färbung verbleiben die Präparate in 70-proz. Alkohol. Zur Färbung der feucht fixierten Präparate benutze ich jetzt fast ausschließlich Hämatoxylin und Azur II mit nachfolgendem Einschluß in Kanadabalsam nach Aufhellung in Cayeput- oder Bergamotteöl; hiermit erhalte ich zufriedenstellende Resultate, wennschon Verkürzungen in der Länge und Dicke nicht ausbleiben. Die Verkürzungen in der Länge — die Breite habe ich nicht in Serienmessungen untersucht — kommt jedoch nicht auf Rechnung der Kanadabalsameinbettung, sondern die Länge bleibt ziemlich die gleiche, ob man die alkoholfixierten Präparate vor oder nach der Kanadabalsameinbettung ausmißt, und Glyzeringelatinepräparate derart ergeben auch ungefähr die gleichen Zahlen[89]. Der Einschluß in Glyzeringelatine (siehe S. 194), den Looss[137] empfiehlt, und den auch ich als trefflich erprobt habe, ist etwas umständlicher und für die von mir benutzten Farben nicht haltbar genug. Salzsäurekarmin besitzt nach Looss[137] letzteren Nachteil nicht.

Selbstverständlich sind die feucht fixierten Präparate während der ganzen Behandlung genau wie Celloidinschnitte zu behandeln, d. h. sie dürfen niemals trocken werden und die Ueberführung in stärkeren Alkohol, besonders aber in das Aufhellungsöl, hat unter den für empfindliches Material üblichen Kautelen (Alkohol-Reihe; Alkohol-Aufhellungsöl Mischungen) zu erfolgen.

5. Färbung der Mikrofilarien.

a) Vitalfärbung.

Die von Fülleborn[81 S. 15] in die Technik der Mikrofilarienuntersuchung eingeführte*) und von Rodenwaldt[226, 227] weiter ausgebildete Vitalfärbung — oder korrekter gesagt, „Frischfärbung", da manche Strukturen erst nach dem Absterben der Tiere deutlich werden — hat sich als ein vorzügliches Mittel bewährt, um den feineren Bau der Mikrofilarien zu studieren.

Zu ihrer Ausführung löst man den Farbstoff in 0,9-proz. Kochsalzlösung und vermischt etwas davon auf dem Objektträger mit dem zu untersuchenden Bluttropfen, so daß das Präparat makroskopisch leicht gefärbt erscheint.

Recht zweckmäßig, zumal bei spärlichem Mikrofilarienbefund, ist es, die störenden roten Blutkörperchen aus dem Präparate zu entfernen. Hierfür hat mein langjähriger Mitarbeiter, der Laboratoriumsgehilfe Plett, eine recht brauchbare Methode ausprobiert: Die frischen Bluttropfen werden mit einem großen Deckglas bedeckt und in der

*) Vor ihm hat aber — wie ich aus einem dienstlichen Rapport vom Jahre 1902/03 ersehe — bereits Heuermann[105] Filarienuntersuchungen mit vitaler Methylenblaufärbung angestellt; allerdings ist diese Notiz unbeachtet geblieben.

feuchten Kammer einige Minuten sich selbst überlassen, resp. wenn die Verarbeitung noch nicht gleich erfolgen kann, so in den Eisschrank gestellt. Dann wird an dem einen Rande des Deckglases ein Tropfen der Vitalfarblösung auf den Objektträger gebracht und mittelst Fließpapiers, das auf der gegenüberliegenden Seite des Deckglases angelegt wird, durch das Präparat gesogen; die Blutkörperchen werden dadurch fortgeschwemmt, während die Mikrofilarien, besonders die mit einer Scheide versehenen (die ja mit letzterer am Glase festkleben) an Ort und Stelle liegen bleiben. Natürlich kann man so auch nacheinander verschiedene Farblösungen durch das Präparat saugen resp. einen Farbüberschuß entfernen. Falls der Rand des Deckglases angetrocknet ist, muß er durch vorsichtiges Abkratzen resp. Aufweichen frei gemacht werden.

Die durch Zentrifugieren (resp. Koagulieren) in U-Röhrchen von den roten Blutkörperchen befreiten Mikrofilarien (cf. B, 1a) sind natürlich auch sehr gut zur Vitalfärbung zu benutzen.

Will man die mit Farbe beschickten Präparate längere Zeit beobachten, so empfiehlt es sich, sie mit Vaseline umrandet im Eisschrank aufzubewahren.

α) Färbung mit Neutralrot. Vitalfärbung mit Neutralrot ist das beste Mittel, um den „Innenkörper" der Bancrofti-Larve zur Anschauung zu bringen; für die anderen Strukturen ist es im allgemeinen dem Azur II nicht gleichwertig, ergänzt aber die hiermit erhaltenen Resultate nach manchen Richtungen; mit dem elektrischen Licht des mikrophotographischen Apparates kann man die Färbung differenzieren *).

Die Mikrofilarien werden durch Neutralrot im Gegensatz zum Azur II nach Fülleborn[89] in ihrer Vitalität nicht erheblich beeinträchtigt — während Foley (wenigstens gegenüber Methylenblau) allerdings das Gegenteil berichtet — doch können Kontraktionen der lebenden Würmer dadurch hervorgerufen werden; die Klebrigkeit der Mikrofilarienscheide scheint durch Neutralrot verringert zu werden.

Es scheint übrigens, als ob Ungleichmäßigkeiten bei der Neutralrotfärbung zum Teil durch Verschiedenheiten der angewandten Farblösungen (Alter der Lösung usw.) bedingt werden.

β) Vitalfärbung mit Azur II. Azur II, das an Stelle des von Fülleborn benutzten Methylenblaus **) von Rodenwaldt empfohlen wurde, ist das wertvollste Mittel zur Vitalfärbung von Mikrofilarien; ein geringer Alkalizusatz — etwa so viel oder etwas mehr als man zum Alkalisieren der Giemsalösung benutzt — scheint mir recht zweckmäßig zu sein, und ich benutze auch gern eine einige Tage alte Lösung.

Wie Rodenwaldt[226, 227] angibt, färben sich zuerst der Exkretionsporus und der Analporus ***), die Exkretionszelle und die „G^1-Zelle",

*) Sonnenlicht oder starkes elektrisches Licht ist ein treffliches Mittel, um auch bereits eingedeckte Azur- resp. Methylenblaupräparate schonend zu differenzieren.

**) Dr. Bach hatte bei Vitalfärbungen mit alter Boraxmethylenblaulösung („Manson-Lösung") ebenfalls recht gute Resultate (vgl. auch Fülleborn[89] S. 11 Anm.). Nicht ganz frische Metylenblaulösungen sind ja auch stets azurhaltig, zumal wenn sie etwas alkalisch sind.

***) Das erste Auftreten der Tinktion am Exkretionsporus und Analporus ist auch bei anderen Färbungen (z. B. mit Hämatoxylin) offenbar die Regel, und wurde zuerst von Heuermann[105], dann von Penel[199] beschrieben. Daß

dann die „Matrixzellen der Subcuticula“ und endlich — in der Regel erst nach dem Absterben des Wurms — die bekannten Kernreihen, welche der im gewöhnlichen Trockenpräparate gefärbten Mikrofilarie das charakteristische Aussehen verleihen (allerdings können Ausnahmen in der Reihenfolge vorkommen). Es empfiehlt sich daher, die Untersuchung zu verschiedenen Zeiten nach Ansetzen der Präparate vorzunehmen und sie nicht zu früh abzubrechen; manche Einzelheiten sind erst nach ca. 24 Stunden gut zu beobachten.

Vortrefflich und zur Darstellung mancher Strukturen unentbehrlich ist auch die von Rodenwaldt[226, 227] empfohlene Differenzierung der mit Azur II gefärbten Präparate mit schwacher Eosinlösung; man saugt diese entweder nach der S. 202 angegebenen Methode durch das Präparat oder (falls man letzteres bereits mit Vaseline umrandet hat) man hebt das Deckglas ab und fügt den Farbstoff direkt hinzu.

Die Mikrofilarien sind bei Azur-II-Färbung nach ca. 24 Stunden gewöhnlich tot und scheinen etwas kürzer zu sein, als ob sie ohne einen solchen Zusatz abgestorben wären, doch wird hierbei wohl auch die Konzentration des benutzten Farbstoffes eine Rolle spielen.

γ) Vitalfärbung mit Brillantkresylblau. Auch mit diesem Farbstoffe, in welchem die Mikrofilarien allerdings bald absterben, erzielt man gute Frischfärbungen. Leber & v. Prowazek empfehlen den Zusatz von etwas Alkali (10 ccm Wasser, eine Messerspitze Farbstoff und einen kleinen Tropfen Normalnatronlauge).

b) Färbungen von fixierten Mikrofilarien.

α) Hämatoxylin. Für getrocknete dicke Blutpräparate kommt hauptsächlich Hämatoxylin in Betracht, worüber bereits S. 196 das Nötige gesagt ist.

Für Alkohol-Feuchtpräparate nach Looss eignet es sich, wie oben bemerkt, ebenfalls vortrefflich und bringt dann eine Menge Einzelheiten zur Anschauung, während man am einfach getrockneten Hämatoxylintrockenpräparate freilich kaum mehr als die bekannten „Spots“ der englischen Autoren, d. h. helle Lücken in der gefärbten Kernsäule erwarten darf.

β) Romanowsky-Giemsamischungen für Trockenpräparate. Während ich die Giemsafärbung für den Gebrauch des Klinikers nicht empfehlen konnte (cf. S. 196), ist sie für die Darstellung mancher Einzelheiten recht brauchbar, z. B. das beste wennschon keineswegs zuverlässige Mittel, um im gefärbten Trockenpräparate den Bancrofti-Innenkörper und die „roten Mundgebilde“ darzustellen. Foley rühmt halbverdünnte Giemsalösung und bemerkt, daß damit regelmäßig auch die bei Hämatoxylin schwer färbbaren letzten Schwanzkerne von Diurna sichtbar werden; er benutzt dünne Ausstriche und betont, daß diese ganz frisch sein müßten, um gute Resultate bei Giemsafärbung zu erzielen.

Die treffliche Färbung der Vitalpräparate mit Azur II und nachfolgendem Eosin kann durch die Giemsafärbung des Trockenpräparates nicht ersetzt werden, aber auch nicht umgekehrt.

durchgreifende Unterschiede in der Färbbarkeit dieser Gebilde zwischen der Bancrofti- und Loa-Larve beständen, wird von Low[150] in Erwägung gezogen und von Foley behauptet, während es mir nicht aufgefallen ist (vgl. die Figuren der Taf. I).

γ) Azur-II-Färbung fixierter Präparate. Eine ganze Anzahl der morphologischen Einzelheiten, die bei der Vitalfärbung mit Azur II hervortreten, kann man mit diesem Farbstoff auch an fixierten Präparaten noch zur Darstellung bringen. Sogar das gewöhnliche Trockenpräparat genügt, wie ich Rodenwaldt[227] bestätigen kann, um die bei Mf. loa gegenüber bancrofti differentialdiagnostisch wichtige Exkretionszelle und vor allem die „G¹-Zelle" darzustellen (vgl. Tb. I, Fig. 9 u. 10).

Man überfärbt die Trockenpräparate stark mit Azur II, dem man nach meinen Erfahrungen zweckmäßig eine Spur Alkali (siehe S. 202) hinzufügt, und differenziert alsdann unter häufiger Kontrolle des Mikroskops entweder nach Rodenwaldt in der Nisslschen Mischung (96-proz. Alkohol 90, Anilinöl 10), oder — was sich mir ebenso gut bewährte und für den Praktiker bequemer sein dürfte — mit reinem resp. eine Spur HCl enthaltendem Alkohol; die Zeit, die zur Entfärbung notwendig ist, variiert sehr stark und hängt anscheinend mit dem Alter der Präparate zusammen. Man kann dann ohne besonderen Einschluß einfach mit Immersionsöl untersuchen. Daß die einfache Methode auch für klinischen Gebrauch sicher genug ist, habe ich in Aerztekursen erprobt.

Viel schönere Resultate, ja der Vitalfärbung in mancher Hinsicht fast gleichwertige, erzielt man freilich bei nach Looss feucht fixiertem Material (cf. S. 200); die Färbung und Differenzierung ist dieselbe, wie bei Trockenpräparaten, der Einschluß erfolgt nach den S. 201 für das Feuchtpräparat angegebenen Regeln (vgl. Taf. II).

δ) Andere Färbemethoden. Von anderen für die Mikrofilarienfärbung angegebenen Methoden sah ich gegenüber den oben empfohlenen keine besonderen Vorteile und ich führe sie daher hier nicht alle auf, indem ich auf eine Zusammenstellung bei Looss[137] und auf Manson[162] verweise. Auch die von Manson für klinische Zwecke empfohlene Fuchsinfärbung resp. Karbolfuchsin (cf. S. 197) scheint mir einer kräftigen Hämatoxylinfärbung nicht gleichwertig zu sein; freilich sah ich dabei die „G¹-Zelle" der Loalarve manchmal ganz gut hervortreten.

6. Zählung der Mikrofilarien.

Die Blutentnahme für zur Auszählung bestimmte Präparate erfolgt aus einem Hauteinstich, der groß genug ist, um ohne Drücken und Quetschen genügend Blut zu liefern (cf. S. 245).

Um die Anzahl der in einem bestimmten Quantum Blut enthaltenen Mikrofilarien miteinander zu vergleichen, z. B. bei Bestimmung des „Turnus", genügt es nicht, einfach die in je einem Blutpräparate enthaltene Mikrofilarienmenge anzugeben, da die Blutschicht ja in der Regel verschieden groß ausfällt. Unter der Voraussetzung, daß die Präparate nach derselben Methode angefertigt und annähernd gleich dick sind, — sonst ist eine Vergleichung überhaupt nicht ausführbar — empfiehlt es sich wenigstens, die durchschnittliche Anzahl der Mikrofilarien pro Quadratzentimeter Blutschicht zu berechnen; dies geschieht in der Weise, daß man (am bequemsten mit einem Stück unter den Objektträger gelegten Millimeterpapiers) den Flächeninhalt der Blutschicht bestimmt und die Anzahl der im ganzen Präparate gefundenen Mikrofilarien alsdann entsprechend dividiert.

Die exakteste von Daniels[55] eingeführte Methode besteht in der Auszählung eines genau mit der Meßpipette abgemessenen Blutquantums; man kann zum Abmessen des Blutes die geeichte Pipette des Gauerschen Hämoglobinometers oder die der Thoma-Zeissschen Blutkörperchenzählapparate benutzen*); ein Quantum von 20 cmm Blut ist das zur Auszählung geeignetste und wird von Low[153a] als „Standart-Maß" empfohlen.

Das abgemessene Blutquantum wird auf einen Objektträger ausgeblasen, mit einer Nadel zu einer viereckigen Fläche von ca. 2:3 cm verstrichen und nach dem Trockenwerden wie ein gewöhnliches dickes Blutpräparat enthämoglobinisiert, mit Alkohol fixiert und mit Hämatoxylin gefärbt. Da jedoch häufig Mikrofilarien an den Wänden der Meßpipette haften bleiben, muß man letztere mit Kochsalzlösung nachspülen und ich wende der Kontrolle wegen regelmäßig zwei solcher Nachspülungen an. Die Objektträger mit den Nachspülungen werden nicht mit destilliertem Wasser behandelt, sondern kommen nach dem Trocknen direkt in Alkohol absolut., da die Schicht sonst leicht abschwimmt und ein Enthämoglobinisieren für die Nachspülungen auch unnötig ist.

Die Auszählung erfolgt nach Ueberstreichen des Präparats mit Immersionsöl bei schwacher Vergrößerung mit Hilfe des beweglichen Objekttisches. Zweckmäßig ist es, das Ehrlichsche Zählokular mit verstellbarer quadratischer Blende zu benutzen resp. sich selbst einen quadratischen Okularblenden-Einsatz aus schwarzem Papier auszuschneiden, da sich von geraden Linien begrenzte Felder leichter auszählen lassen; ein anderes Hilfsmittel, um die Auszählung zu erleichtern, ist das Einritzen von Parallel-Linien in die untere Fläche des mit dem auszuzählenden Blute beschickten Objektträgers. Sind was leider nicht selten geschieht, Ecken des Präparates abgesprungen, so muß man den Flächeninhalt dieser Stellen taxieren und die Anzahl der gezählten Mikrofilarien entsprechend erhöhen.

Ueber die Auszählung von Mikrofilarien in Organschnitten siehe bei Rodenwaldt[226].

7. Messung der Mikrofilarien.

a) Ausmessen der Gesamtlänge.

Eine genaue Bestimmung der Länge der Mikrofilarien ist eigentlich ebensowenig ausführbar wie die eines bald mehr, bald weniger gestreckten Gummischlauches, denn die Mikrofilarien (besonders manche Arten, wie Perstans und Demarquayi) können sich in vivo zusammenziehen und wieder verlängern[162] (cf. S. 231).

Die noch im Vollbesitz ihrer ungemein starken Beweglichkeit befindlichen Mikrofilarien können wir überhaupt nur mittelst Moment-

*) Nimmt man nicht immer dieselbe Pipette zu allen Vergleichszählungen einer Serie, so empfiehlt es sich, den Kubikinhalt nachzuprüfen, da die auf den Meßpipetten angegebenen Zahlen nicht immer stimmen.

Die Pipetten des Thoma-Zeissschen Blutzählapparates sind nur auf die relative Verdünnung der aufgesogenen Flüssigkeit geeicht und müssen auf ihre absolute Inhaltsmenge einzeln geprüft werden, da sie in Bezug auf letztere sich nicht alle gleich verhalten.

photographie messen*) und die Größe, die sie in diesem Zustand besitzen, ist nach den bisherigen Untersuchungen[89] ganz erheblich geringer, als wenn die Mikrofilarien nur noch schwach beweglich oder ganz abgestorben sind; die Angaben in der Literatur werden sich aber naturgemäß auf die Messungen von Mikrofilarien mit verringerter Beweglichkeit beziehen, auch dann, wenn sie an sogenanntem „lebensfrischem" Material ausgeführt sind.

In konserviertem Material haben die Mikrofilarien ebenfalls ganz verschiedene Maße und sind bald größer, bald kleiner als die voll lebendigen, wie aus folgender Zusammenstellung einiger der von FÜLLEBORN[89] ausgeführten Serienmessungen an den Mikrofilarien eines mit Immitis infizierten Hundes hervorgeht.

1) In reinem Blut nach ca. 16 Tagen Eisschrankaufenthalt feucht untersucht (abgestorben)	323,1	(306,0—344,0) μ
2) In 5-proz. Formalin-Zentrifugat feucht untersucht (abgestorben)	314,4	(300,0—332,0) „
3) In reinem Blute nach 9 Tagen Eisschrankaufenthalt feucht untersucht (noch schwach beweglich)	313,1	(282,0—335,0) „
4) In Aqua-destillata-Zentrifugat feucht untersucht (abgestorben)	308,2	(294,0—333,0) „
5) Lebend im frischen Blutzentrifugat momentmikrophotographiert (sehr beweglich)	260,0	(238,0—286,0) „
6) Im gewöhnlich getrockneten dicken Blutpräparat	258,0	(247,0—272,0) „
7) Aus NaCl 0,9-proz. Zentrifugat in dicker Schicht eingetrocknet	237,9	(222,0—250,0) „
8) Im mit 70-proz., auf 50—60° C erhitzten Alkohol feucht fixierten und nach der üblichen Vorbehandlung in Kanadabalsam eingeschlossenen Präparat	236,5	(226,0—251,0) „
9) Im Aqua-dest.-Zentrifugat abgestorben und dann in dicker Schicht eingetrocknet	149,3	(138,0—168,0) „

Die größte Länge scheinen die Mikrofilarien also kurz vor dem Absterben oder bald danach zu haben**); späterhin — offenbar wegen eintretender Zersetzung — können sie übrigens anscheinend wieder kürzer werden[89].

Im gewöhnlichen dicken Trockenpräparat haben zwar die Mikrofilarien speziell dieser hier vorliegenden einen Immitis-Serie eine größere Länge als die nach Looss mit heißem Alkohol konservierten. Dies ist jedoch keineswegs die Regel: im Gegenteil pflegen die Mikrofilarien der gewöhnlichen Trockenpräparate — wenigstens bei Loa, Perstans und Demarquayi — viel stärker verschrumpft zu sein als im mit heißem Alkohol fixierten Material. Die Länge der Mikrofilarien in den Trockenpräparaten ist aber, wie bereits S. 196 hervorgehoben, überhaupt ganz ungemein variabel und hängt in hohem Maße von der Schnelligkeit des Trocknens der Blutschicht ab (vgl. die Mikrophotogramme Taf. IV, Fig. 9—16); daher sind auch die an den relativ schnell trocknenden Rändern

*) Zweckmäßig ist die Momentaufnahme nach der Lit. Nr. 81, S. 16, Anm. 2 angegebenen Technik bei 100—200-facher Vergrößerung, Projektion des Negativs gegen einen festen Schirm bei 10-facher Vergrößerung, Ausrollen des Projektionsbildes mit dem Kartenmeßrädchen[89].

**) Die Nachuntersuchungen durch BACH stimmen mit den obigen Messungsergebnissen gut überein. FOLEY gibt allerdings an, daß sich seine absterbenden resp. bereits schwach beweglichen Nocturnae und Diurnae gegenüber den vollbeweglichen erheblich verdickt (also offenbar kontrahiert) zeigten, bringt aber keine zahlenmäßigen Belege dafür; vgl. hierzu und zu dem Verhalten von Perstans auch S. 231, Anm. *).

solcher Präparate gelegenen Mikrofilarien häufig viel länger als die in der Mitte befindlichen*). Stärker als im gewöhnlichen Trockenpräparat sind die Schrumpfungen, wenn die Mikrofilarien in Blutverdünnungen, zumal in Aqua dest. eintrocknen. In der obigen Serie sind die letzteren nicht einmal halb so lang wie die gleichfalls in Aqua dest. abgestorbenen, aber ohne Eintrocknung untersuchten, was darauf hinweist, daß die Verkürzung beim Eintrocknen nicht nur durch aktive Kontraktion der lebenden Würmer bedingt sein kann, sondern vor allem ein rein mechanischer Austrocknungsvorgang ist.

Obschon man von einer absoluten Größe der Mikrofilarien also kaum sprechen kann, ist es doch andererseits aus praktischen Gründen erforderlich, die Länge der Larven verschiedener Filarienarten miteinander vergleichen zu können und mir scheint hierzu die Ausmessung der in einer reichlichen Menge von 5-proz. Formalin abgetöteten Mikrofilarien eine gute, bequeme Standard-Methode zu sein**). Die in Formalin konservierten Mikrofilarien sind etwa ebenso groß als absterbende, resp. spontan abgestorbene.

Wie aus den Maximal- und Minimalzahlen der Tabelle hervorgeht und wie schon Manson[162] betont, schwankt die Größe der Mikrofilarien aber selbst bei ein und derselben Vorbehandlung nicht unwesentlich, offenbar weil die Mikrofilarien des zirkulierenden Blutes überhaupt verschiedene Größen haben (cf. S. 234ff.); man muß deshalb stets eine größere Anzahl (mindestens 10—20) Exemplare messen, um aus diesen eine Durchschnittszahl sowie Maximal- und Minimalwerte zu erhalten.

Die Ausmessung darf, wenn auf auch nur einige Genauigkeit Wert gelegt wird, höchstens bei ganz gestreckten Exemplaren direkt mit dem Okularmikrometer erfolgen. Besser, und bei nicht völlig gestreckten Mikrofilarien überhaupt nur in Betracht kommend, ist jedoch das Zeichnen der Mikrofilarien bei 500- resp. 1000facher Vergrößerung mit dem Zeichenapparat***) und Ausmessen der Zeichnungen mit dem Zirkel, oder zweckmäßiger, Ausrollen mit dem Kartenmeßrädchen, das willig allen Biegungen der Zeichnung folgt†).

*) Werden statt „dicker Tropfenpräparate" gewöhnliche Ausstriche von Mikrofilarienblut angefertigt, so können an deren Rande zuweilen sogar Exemplare von einer Größe, wie man sie sonst kaum findet, angetroffen werden; die Mikrofilarien scheinen dann durch den ausstreichenden Objektträger mechanisch gedehnt und durch das schnelle Antrocknen der ja besonders dünnen Randpartie des Ausstriches in dieser Lage festgehalten zu sein. Wie aber bereits Seite 195 bemerkt, soll man Ausstriche bei Mikrofilarienuntersuchungen überhaupt möglichst vermeiden.

**) Läßt man einige Tropfen Blut in 5-proz. Formalinlösung fließen und zentrifugiert dann — auch Sedimentieren genügt[8] — so vereinigen sich die Mikrofilarien zusammen mit den weißen Blutkörperchen zu einer farblosen Flocke, während die roten Blutkörperchen aufgelöst werden. Die Ausmessung erfolgt natürlich im feuchten Präparate und ist relativ bequem, da die Mikrofilarien in gestreckter Haltung abgestorben sind; sie lassen sich auch mit Azur und anderen Farben noch tingieren[8].

Da die in Formalin konservierten Mikrofilarien sich anscheinend kaum weiter verändern, kann die Verarbeitung zu einer beliebigen Zeit erfolgen, was praktisch nicht unwichtig ist. Nähere Angaben siehe bei Bach, dessen Nachprüfungen die Zweckmäßigkeit der Methode bestätigen.

***) Dies ist auch bei noch schwach beweglichen Exemplaren ausführbar.

†) Genaueres siehe Fülleborn[89] und Bach[8].

b) Ausmessen und prozentuale Berechnung der anatomischen Fixpunkte von Mikrofilarien zu differentialdiagnostischen Zwecken.

Mit der eben geschilderten Zeichenapparatmethode erhält man auch brauchbare Werte, wenn man zu differentialdiagnostischen Zwecken die prozentuale Lage der anatomischen Fixpunkte im Verhältnis zur Gesamtlänge bei Mikrofilarien berechnen will.

Wie zuerst ANNETT, DUTTON & ELLIOTT angegeben haben, ist nämlich die Lage der einzelnen Organe resp. Organanlagen der Mikrofilarien, wenn man sie in Prozenten zur Gesamtlänge ausdrückt, für die einzelnen Arten charakteristisch, während anderseits die Angaben absoluter Zahlen für die Lage dieser Punkte wegen der oft gewaltigen Schrumpfungen einen nur recht bedingten Wert haben.

An die Stelle der „spots", welche ANNETT, DUTTON & ELLIOTT, entsprechend dem damaligen Stand unserer Kenntnisse wählten, können wir jetzt festere, anatomische Bezeichnungen setzen. Ich selbst[89] benutze zu den Messungen folgende Punkte:

1) die Mitte des Nervenringes,
2) die Mitte des Exkretionsporus,
3) den Nucleolus der Exkretionszelle,
4) Anfang und Ende des Innenkörpers, wenn ein solcher vorhanden ist,
5) den Nucleolus der „G^1-Zelle",
6) die Mitte des Analporus,
7) das Ende der letzten, bei starker Hämatoxylinfärbung sichtbaren Schwanzzelle.

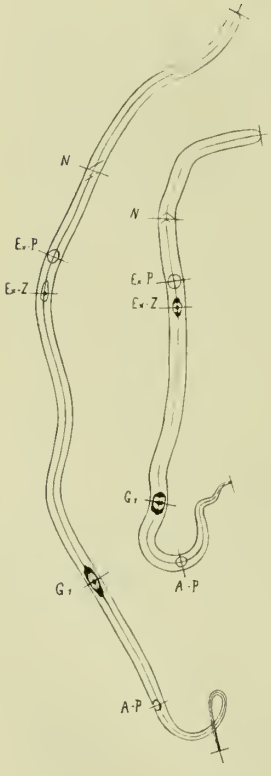


Fig. 4. Mit dem Zeichenapparat zur Ausmessun der anatomischen Fixpunkte entworfene Microfilaria loa (auf die halbe Größe der Originalzeichnung reduziert); die längere Mikrofilarie in Seitenlage, die kürzere in Dorsoventrallage. Die beiden Exemplare ergeben für die Fixpunkte trotz der durch Schrumpfung bedingten absoluten Größendifferenzen ungefähr dieselben prozentualen Werte.

Die beifolgenden Zeichnungen zweier Loa-Larven (Fig. 4) erläutern die Lage der Meßpunkte und zeigen zugleich, wie notwendig eine prozentuale Berechnung ist: denn obschon sich in beiden für die prozentuale Lage der Fixpunkte fast dieselben Werte ergeben, sind doch die absoluten Zahlen wegen der stärkeren Schrumpfung der einen Larve völlig verschieden.

Am besten für die Ausmessung sind außer vital mit Azur II gefärbtem frischem Material mit Alkohol feucht fixierte und mit Azur II oder Hämatoxylin gefärbte Präparate*); doch ergaben selbst stark geschrumpfte Hämatoxylin-Trockenpräparate — an denen man

*) An den Anzur-Präparaten treten die Exkretionszelle und „G^1-Zelle" besser hervor, an den Hämatoxylinpräparaten der Nervenring, so daß sich die Färbungen ergänzen; man kann aber mit der Hämatoxylinfärbung allein auch auskommen.

freilich nur einige der wichtigsten Maße, nämlich den Nervenring, den Exkretionsporus, den Analporus und die letzte Schwanzzelle bestimmen kann — soweit meine Untersuchungen reichen*), noch brauchbare Resultate, da die Schrumpfung der Mikrofilarien ziemlich gleichmäßig über die ganze Länge verteilt ist. Die Umwertung der ermittelten absoluten Zahlen in Prozenten zur Gesamtlänge erfolgt entweder durch Rechnung oder, was weit bequemer ist, mittels einer graphischen Methode, über die ich in meiner ausführlichen Publikation[89] berichtet habe und auf die hiermit auch in bezug auf alle anderen Einzelheiten verwiesen sei.

8. Die Untersuchung der Filarien in Mücken.

Ein großer Uebelstand bei den Uebertragungsversuchen von Mikrofilarien auf Mücken ist deren große Sterblichkeit nach der Infektion; zumal wenn sie stärker infiziert sind, haben die Mücken dadurch ersichtlich zu leiden, indem sie schwach werden, ungern fliegen, und schließlich kaum zu stechen imstande sind, und besonders in der zweiten Hälfte der Filarienentwickelung sterben sie oft massenhaft[9], [137], [80]. Hat man glücklich einige Hundert Mücken durch Blutsaugen infiziert, so behält man nach 2—3 Wochen oft nur ein paar lebende Exemplare mit vollentwickelten Filarien übrig, manchmal auch gar keine.

Gilt dies bereits mehr oder minder für die an höhere Temperaturen adaptierten Mücken der warmen Länder, so in noch stärkerem Maße für unsere heimischen Mücken, wenn man sie (um die Entwickelung der Mikrofilarien zu ermöglichen) bei ihnen ungewohnten höheren Temperaturen unterbringen muß. Am widerstandsfähigsten sind nach meinen Erfahrungen unsere heimischen Mücken noch im Herbst, wenn sie, mit Reservematerial ausgerüstet, in ihre Keller-Winterquartiere gegangen sind; Eysell[66] konnte Mücken besser als sonst in einer von ihm beschriebenen einfachen feuchten Kammer am Leben erhalten.

Im allgemeinen ist es zweckmäßig, die Mücken vor dem Eintreten der Filarien in die Rüsselscheide 1—2mal Blut saugen zu lassen, obschon zuweilen bei starker Infektion der Malpighischen Gefäße mit Hundefilarien die Blutmahlzeit den Mücken verderblich zu werden schien; vielleicht weil die Malpighischen Gefäße nicht mehr funktionieren konnten. Im übrigen legt man den Mücken mit Honigwasser getränkte Watte auf die Gaze ihres Käfigs und außerdem auch reichlich mit Wasser getränkte, denn Dursten können sie vor allem nicht vertragen.

Nach Bahrs Erfahrungen kann man die Mortalität der Filarienmücken wesentlich vermindern, wenn man sie nicht zu stark infiziert; die besten Resultate erzielte er bei Bancrofti dann, wenn das gesogene Blut in 16 cmm 40—60 Mikrofilarien enthielt.

Zur Untersuchung auf Mikrofilarien werden die infizierten Mücken entweder präpariert oder in toto geschnitten.

*) Ueber Microfilaria perstans und demarquayi habe ich noch keine genügenden Erfahrungen. Ueber nach dieser Methode ausgeführte Messungen von Hundemikrofilarien siehe auch Fülleborn[86] und Saisawa. Während der Drucklegung dieser Arbeit hat auch Foley an Bancrofti und Loa nach denselben Prinzipien ausgeführte Messungen veröffentlicht, die in bezug auf die Lage von N und ExP die gleichen Verschiedenheiten zwischen diesen beiden Arten ergaben, wie meine Tabellen.

Die Präparation findet in 0,5-proz. NaCl statt. Die Herausnahme der Eingeweide, um die durch Hundefilarien infizierten Malpighischen Gefäße zu gewinnen, erfolgt nach den für die Präparation des „Mückenmagens" bei Malariauntersuchungen üblichen Regeln. Bei Frischuntersuchungen ist Vitalfärbung nach den Erfahrungen Saisawas nur in den ersten Tagen befriedigend. Die „Wurst-Stadien" bekommen bei der Präparation übrigens leicht einen „Prolapsus ani" (Tab. V, Fig. 3).

Bei den in den Malpighischen Gefäßen zur Entwicklung kommenden Mikrofilarien macht auch die Herstellung von Dauerpräparaten (innerhalb der herauspräparierten Organe) keine Schwierigkeiten*), dagegen schwimmen die in Kochsalz aus der Brustmuskulatur resp. der Rüsselscheide der Mücken herauspräparierten Mikrofilarien bei der Fixierung (heiße konzentrierte wässerige Sublimatlösung oder heißer 70-proz. Alkohol) sehr leicht ab; Zusatz von Blutserum resp. Eiweißlösung zum frischen Präparat ist in dieser Hinsicht zweckmäßig.

Zur Untersuchung in Schnittserien werden die ganzen Mücken in Alkohol 70-proz. fixiert. Sind sie nach einigen Stunden darin etwas erhärtet, so schneidet man nach dem Rate von Eysell[65] den Chininpanzer an, um das Eindringen der Präparierflüssigkeiten zu erleichtern; es genügte, wenn ich auf einer Seite von dem hinteren Abdominalende ein Stückchen mit der Schere abtrug. Die Einbettung der Mücken erfolgt am besten in Celloidin[142]; die Serienschnitte pflege ich nach der Obreggia-Methode aufzureihen. Zur Färbung bewährte sich Hämatoxylin und Alaunkarmin.

Ueber die Technik bei Uebertragungsversuchen auf den definitiven Wirt etc. siehe meine Arbeit über Hundefilarien[80]. Es sei nur bemerkt, daß man die Infektion der Mücken-Rüsselscheide auch in vivo unter Aethernarkose bei starkem durchfallenden Lichte und schwacher Vergrößerung gut kontrollieren kann, und daß dies den Mücken und Filarien nichts weiter schadet.

Allgemeiner Teil.

Die Blutmikrofilarien.

In dem Rahmen eines Handbuches der pathogenen Mikroorganismen interessieren von den Filarien naturgemäß vor allem deren mikroskopische Stadien, so daß hier die Mikrofilarien eingehender als die erwachsenen Würmer besprochen werden sollen.

Da ferner die gar nicht im Körper des Menschen parasitierenden Larven des Medinawurmes am besten gesondert abgehandelt werden, und das wenige, was über die Onchocerca-Larven bekannt ist, ebenfalls besser für sich zusammengefaßt wird, handeln die folgenden Abschnitte nur über die im Blute des Menschen vorkommenden Filarienlarven, die „Blutmikrofilarien" resp. deren weitere Schicksale.

*) Eine zweckmäßige Methode hierfür siehe Fülleborn[83].

I. Der anatomische Bau der Blutmikrofilarien.

A. Größe und allgemeine Körperform der Blutmikrofilarien und die Gestalt der „Scheide".

Die Blutmikrofilarien des Menschen sind gegen 200—300 μ groß. Die Länge der Larven ist für die verschiedenen Filarienarten charakteristisch, obschon sie in ziemlich weiten Grenzen schwankt (vgl. S. 205 ff., 231, 235); sie wird in den Spezialabschnitten besprochen werden.

In frischem Zustande sind die Mikrofilarien farblos und transparent. Der langgestreckte schlangenähnliche Körper verjüngt sich vorne erst am äußersten Körperende ein wenig, um gleich darauf breit gerundet zu enden. Der hintere Abschnitt verjüngt sich nach Manson[162] bei Bancrofti und den übrigen Mikrofilarien des Menschen vom letzten Fünftel, jedoch bei Perstans schon vom ersten Drittel an, und endet mehr oder weniger stark zugespitzt; der Grad der Zuspitzung des Schwanzendes ist jedoch bei den einzelnen Arten nicht der gleiche und dient als differentialdiagnostisches Merkmal (vgl. S. 226 ff.). Oft zeigt das Schwanzende eine recht charakteristische Abknickung (Taf. IV, Fig. 6 und 11), die ich nur bei Microfilaria perstans noch nicht beobachten konnte.

Der Querdurchschnitt der Blutmikrofilarien ist (wie optische Querschnitte beweisen) drehrund[162]. Die Dicke beträgt etwa die eines roten Blutkörperchens oder weniger, manche Arten, wie Perstans und Demarquayi sind besonders schlank; der jeweilige Kontraktionszustand (cf. S. 231) des Wurmes ist natürlich auf deren Dicke nicht ohne Einfluß.

Die Mikrofilarien von Bancrofti und Loa besitzen im Gegensatz zu denen von Perstans und Demarquayi eine sogenannte „Scheide", d. h. sie stecken in einer, dem Körper sich anschmiegenden, ihn aber an Länge erheblich übertreffenden, dünnen, glasklaren, anscheinend strukturlosen Hülle, in der sie wie ein Finger in zu langem Handschuh vor- und rückwärts gleiten können; das Hinterende der Scheide verjüngt sich entsprechend dem Hinterende des Wurmes ebenfalls *).

Brumpt[32] und Foley[169] geben an, daß sie auch Querstreifung auf der Scheide, und zwar an deren freiem Teile bemerkt hätten, was nach ersterem Autor darauf deute, daß die Scheide doch vielleicht eine abgestreifte Larvenhaut sei und nicht die gedehnte Eihülle (vgl. Seite 233). Ich möchte hierzu bemerken, daß sich die Struktur der Körperoberfläche der Mikrofilarien beim Eintrocknen der Blutschicht auf der Scheide wie auf einem „Abklatschpapier" markiert (wie man an Stellen, wo die Mikrofilarien aus der Schicht „abgesprungen" sind, häufig sieht) und daß, wenn sich der Wurm in der bereits fester gewordenen Blutschicht beim Eintrocknen retrahiert, während die Scheide in dem zähen Medium festgehalten wird, sehr wohl im definitiven Präparat eine Streifung der freien Scheidenpartie vorgetäuscht werden könnte. Jedenfalls habe ich niemals Bilder gesehen, die eine Querstreifung der Scheide selbst wahrscheinlich gemacht hätten.

Die sonstige jeweilige Gestalt der Scheide wird natürlich von dem darinsteckenden Wurme und seinen Bewegungen bedingt; zieht sich

*) Sackartige, weite Scheiden, die viel zu breit für die darin steckenden Mikrofilarien sind, werden von d'Herelle und Seidelin[104, 246] bei den Mikrofilarien einer Boa und von Matthis & Leger[173] bei einer Hühnermikrofilarie beschrieben. Eine höchst merkwürdige Scheide mit über die ganze Länge angeordneten rosenkranzartigen, goldgelben Verdickungen fand Noc bei einer Mikrofilarie des Gecko.

der Wurm an einem Ende daraus zurück, so legt sich die Scheide dort zusammen wie ein leerer Handschuhfinger und erscheint dann, wenn man sie von der Kante und nicht von der Fläche zu sehen bekommt, wie eine haarscharfe Linie (Taf. IV, Fig. 5). Rutscht der ja lebhaft bewegliche Wurm, wenn seine Scheide am Glase festgeklebt ist (cf. S. 232), in ihr plötzlich von der Vorderspitze nach hinten, so sieht es so aus, als ob ein langer Faden aus dem Vorderende der Mikrofilarie hervorschösse, um sich, wenn der Wurm zurückgleitet, wieder zurückzuziehen, wie dies z. B. Tribondeau zit. n. 137 richtig beschreibt, wenn schon seine Deutung, daß die Scheide selbst kontraktil sei, offenbar falsch ist. Ist der Wurm nach vorne geglitten, so faltet sich umgekehrt die Scheide an dem dünnen Schwanzabschnitt der Mikrofilarie (für den sie in dieser Stellung ja zu weit ist) zusammen und sieht von der Kante betrachtet, dann — der Rückenflosse eines Aales vergleichbar — wie eine über dem hinteren Körperabschnitt des Wurmes befindliche „undulierende Membran" aus, die hinter der Schwanzspitze des Wurmes in eine „freie Geißel" auszulaufen scheint.

Obschon bereits Manson 162 längst auf diese Punkte aufmerksam gemacht hat, hat doch die Scheide zu mancherlei Mißdeutungen über den Bau der Mikrofilarien Veranlassung gegeben; so dürfte z. B. auch die scharfe, dunkle Linie, welche Huffman von einer gefärbten Loalarve abbildet und als „stained intestine" beschreibt, nur die obere Scheidenkante sein — eine Deutung, die übrigens auch Nattan-Larrier 184 und Foley aussprechen — und auch andere Autoren haben sich ähnlich wie Huffman täuschen lassen.

Nach einigen Angaben 199, 76 ist die Scheide von Loa kürzer als die von Bancrofti, so daß die Mikrofilarie — wenigstens die direkt aus dem Loa-Muttertier entnommene — sie zuweilen ganz ausfülle*).

Ueber die Klebrigkeit der Scheide und ihr sonstiges Verhalten im frischen Zustande vergleiche den Abschnitt, der über die Bewegung der Blutmikrofilarien handelt (S. 232). Ueber ihre Färbbarkeit wäre zu bemerken, daß sie sich mit Hämatoxylin, Fuchsin und einigen anderen, keineswegs aber mit allen der gebräuchlichen Farbstoffe tingiert.

Die Scheide von Microfilaria loa scheint mit Hämatoxylin weniger färbbar zu sein als die der Bancrofti-Larve 199, 81. In halbverdünnter Giemsalösung färbt sich nach Foley die Diurna-Scheide überhaupt höchstens leicht rosa, meist gar nicht, während die von Nocturna dabei einen intensiven Karminton annimmt, so daß man die Scheidenfärbung diagnostisch verwerten könne; in dicken Giemsapräparaten färbt sich allerdings auch nach Foley die Nocturna-Scheide nicht immer, und ebenso ist das Alter der Präparate nicht gleichgültig (vgl. S. 196 und S. 203). Mit Methylenblau resp. Azur färbt sich die Scheide nicht.

Die Mikrofilarien selbst präsentieren sich im gefärbten dicken Trockenpräparate in einer für die einzelnen Arten zum Teil recht charakteristischen Gestalt. So liegt, worauf Manson 162 hingewiesen hat, die Bancrofti-Larve für gewöhnlich in eleganten, gerundeten Windungen, die ich mit denen eines „abgedrehten Metallspans" vergleichen möchte, während die leichter schrumpfende Loa-

*) Letzteres wird auch von Mandel für seine Mikrofilarie aus dem Pferdeblut berichtet, wo die Scheide überhaupt erst, nachdem sich der Wurm beim Absterben zusammengezogen habe, als vorne und hinten überstehende Hülle sichtbar werde.

Larve ein zerknittertes Aussehen hat und an einen „hingeworfenen, nassen Wollfaden" erinnert (Taf. III). Aber wie bereits S. 195 bemerkt, gilt dieses Unterscheidungsmerkmal nur für die nicht zu langsam getrockneten, dicken Blutpräparate, sonst kann die Microfilaria bancrofti infolge starker Verschrumpfung den Habitus wie eine Microfilaria loa annehmen (vgl. Fig. 3). Einen Hinweis dafür, ob besonders starke Verkürzungen der Mikrofilarien im Präparate stattgefunden haben, bietet die ja nicht mitschrumpfende Scheide, die dann den Wurmkörper auffallend weit überragt (Taf. III, Fig. 2 und 3; Taf. IV, Fig. 13).

Microfilaria perstans und demarquayi neigen im Trockenpräparat ebenso stark wie Mf. loa zu Schrumpfungen. Andererseits kann man aber zuweilen Mf. demarquayi in ganz derselben Weise in regelmäßigen Windungen daliegen sehen wie eine Mf. bancrofti; vor Verwechslungen schützt — von der verschiedenen Größe ganz abgesehen — schon das Fehlen der Scheide bei Mf. demarquayi. (Vgl. hierzu die Textfiguren 2 und 3; Taf. III und Taf. IV, Fig. 9—16).

Sind die Mikrofilarien in Flüssigkeiten zum Absterben gebracht und werden sie in diesen (ohne sie trocken werden zu lassen) untersucht, so besitzen sie mehr oder weniger gestreckte Gestalt.

B. Die Cuticula und Subcuticula der Blutmikrofilarien.

Die Cuticula der Mikrofilarien besitzt eine deutliche Querringelung, die im gefärbten Präparate dem Wurm manchmal das Aussehen eines „Regenwurms" gibt. Nach Bahr beginnt die Querstreifung bei der turnuslosen Bancrofti-Larve der Südsee 6 μ, nach Rodenwaldt[226] bei Hundemikrofilarien ebenfalls ca. 6—10 μ hinter dem Vorderende; nach hinten kann man sie bis zur äußersten Schwanzspitze verfolgen.

Bei vitaler Azurfärbung mit nachfolgender Eosindifferenzierung (cf. S. 202ff.) treten diese Streifungen zuweilen als tiefdunkelrote Linien hervor; an zwei aneinander gegenüber liegenden Längsbändern fehlt die dunkle Azur-Eosinstreifung jedoch, und da diese Bänder an den Seiten der Mikrofilarien liegen, dürften sie den „Seitenlinien" des Wurmes entsprechen[89]. Dort, wo die Azur-Eosinstreifen an den hellen Bändern enden, befindet sich an jedem der Streifen ein kleiner, dunkler Knopf[89] (siehe Fig. 5), den Meinhof auch bei



Fig. 5. Cuticularstreifung mit „Seitenlinien" (halbschematische Zeichnung). Vitale Azur-II-Färbung mit nachfolgender Eosindifferenzierung.

schwacher Hämatoxylinfärbung gesehen hat. Solche „Körncheneinlagerungen" kann man zuweilen auch dort beobachten, wo die Cuticula von Körperöffnungen durchbrochen wird; so treten sie am Rande des Exkretionsporus und nach Rodenwaldt[226] — der diese „Randeinlagerungen" zuerst beschrieben hat — auch an einer nahe der Schwanzknickung gelegenen Stelle auf (cf. S. 220).

Unter der Oberhaut befindet sich eine Lage langgestreckter Zellen, die Rodenwaldt[226] als „Matrixzellen der Subcuticula" auffaßt; es dürfte jedoch trotz der Einwände Rodenwaldts nicht ausgeschlossen sein, daß es sich um Muskelzellen handelt[89 S. 17 Anm 2.]

Man sieht diese Zellen jedenfalls sowohl bei Dorsoventral- wie bei Seitenansicht des Wurmes in kontinuierlicher Reihe die Cuticula begleiten, es müssen also mehr als nur zwei Parallelreihen davon vorhanden sein [89]. Vorne reichen die „Subcuticularzellen" bis gegen das Ende des

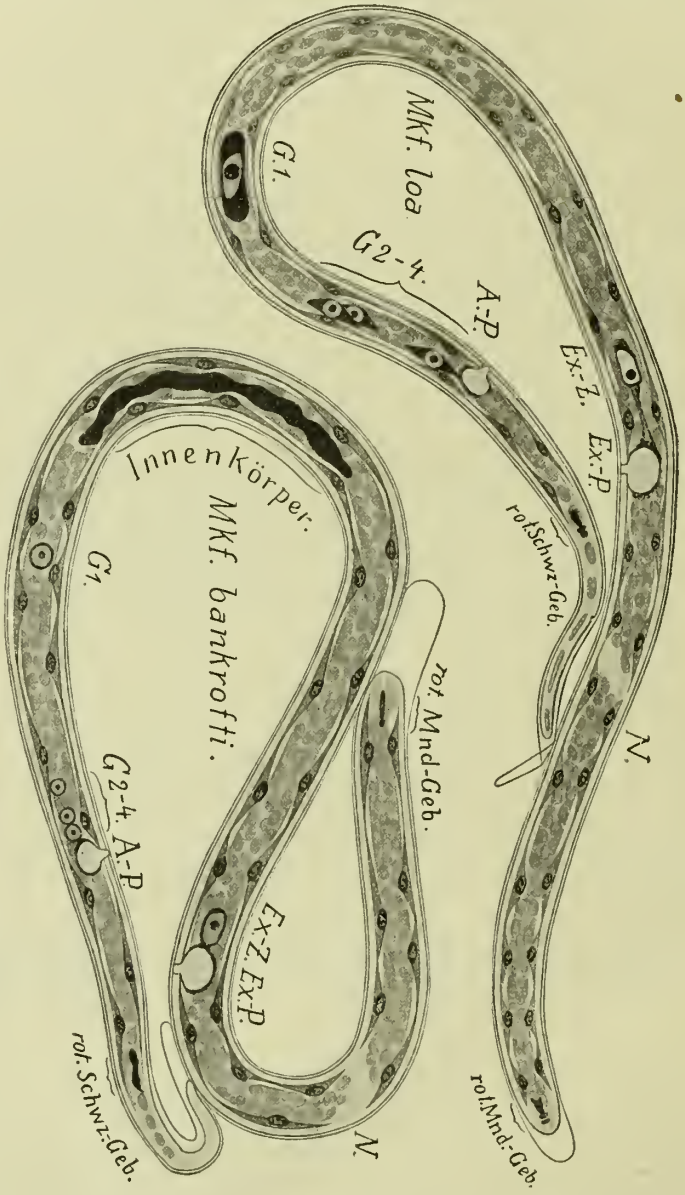


Fig. 6. Schemata der Anatomie von Microfilaria loa und bancrofti. Vergr. ca. 1000:1. (Die Lage der einzelnen Organe entspricht nicht der durch Ausmessung größerer Serien dafür gefundenen mittleren Lage, da die Abbildungen auf Grundlage je eines Einzelexemplars entworfen werden mußten).

Wurmes; wie weit sie sich in den Schwanz hinein erstrecken, ist schwer anzugeben, jedenfalls färbten sich mir die letzten Schwanzzellen nicht in der für die „Subcuticularzellen" charakteristischen Weise. Zur Färbung eignen sich alle Vitalfarben, besonders Azur II

und Brillantkresylblau (s. Taf. I, Fig. 1, 2, 14; Taf. II, Fig. 1 und 2; Textfig. 6).

Die Anzahl der Subcuticularzellen wird von den Autoren verschieden angegeben, doch dürfte die Auffassung Rodenwaldts, daß ihre Zahl bei ein und derselben Mikrofilarienart bis auf das Dreifache schwanke, mit der bekannten „Zellsparsamkeit" der Nematoden in gewissem Widerspruch stehen und seine diesbezüglichen Beobachtungen können durch das recht launische Verhalten der Subcuticularzellen bei der Vitalfärbung einfacher erklärt werden.

Ueber 18 „Subcuticularzellen" zählte Rodenwaldt [226, 227], der besonders mit Hundemikrofilarien arbeitete, nie — bei der Loa-Larve nicht über 14 — während Leber & v. Prowazek bei der Samoa-Bancrofti 28—29 und Fülleborn [89] sowohl bei Microfilaria bancrofti als bei loa über 30—40 zählen konnte; Meinhof fand bei Microfilaria loa 42. Bei Microfilaria immitis*) zählte Saisawa 54—62 dieser Zellen.

C. Die Strukturen am Vorderende der Blutmikrofilarien.

Ueber den Bau des Vorderendes der Blutmikrofilarien herrscht bei den Autoren nichts weniger als eine einheitliche Auffassung, was durch die überaus schwierige Beobachtung, vor allem aber durch eine verschiedene Deutung des optischen Befundes verursacht wird (vgl. die Tafel S. 216).

Manson [162] beschreibt von der Bancrofti-Larve nach der Beobachtung an frischem, noch schwach beweglichem Material (cf. auch S. 200) einen sehr komplizierten Mundapparat, nämlich eine mit 6 Lippen oder Haken versehene, abwechselnd sich über dem Kopfende öffnende und schließende „Vorhaut", und ferner einen bei geöffneter Vorhaut gleich der Zunge einer Schlange vorschießenden feinen Stachel. Der Stachel soll dazu dienen, der Mikrofilarie im Mückenmagen das Durchbohren der Scheide und des Mückenmagens selbst zu erleichtern (cf. S. 257/58) und andererseits soll die Scheide (die freilich der angeblich auch mit einem derartigen Stachel versehenen Perstans fehlt) gleich einem „Maulkorb" ein Schutz gegen die Durchbohrung der Gefäße sein, so lange sich die Mikrofilarie noch in der Zirkulation aufhält; Penel führt aus, wie er sich die Funktion dieses Stachels vorstellt**).

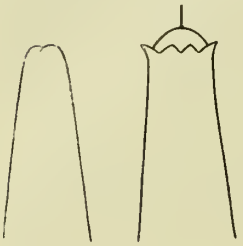
Für Microfilaria diurna gilt offenbar dasselbe wie für Nocturna; wenigstens zählt Manson in seinem Lehrbuche [167] unter den Unterschieden zwischen Microfilaria nocturna und diurna einen verschiedenen Bau der Mundteile nicht auf, sondern betont im Gegen-

*) Wie die Sektion des von Saisawa im Hamburger Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten benutzten Hundes nachträglich ergab, hat Saisawa mit Immitis-Material gearbeitet.

**) Mathies & Leger [174] geben an, daß bei der Nocturna von Tonkin außer dem Präputialapparat ein Stachel vorhanden sei, der jedoch nicht gerade, sondern an seinem Ende deutlich gebogen sei und ungefähr 16 μ messen soll. Ich möchte vermuten, daß es sich bei diesem, im Vergleich zu den Abbildungen Mansons ganz auffallend großen, d. h. ca. zwei Wurmbreiten langen Gebilde um die obere Scheidenkante (vergl. S. 212) handelt.

In diesem Zusammenhange sei erwähnt, daß die „1—2 fadenförmigen Gebilde, die nach Art von Fühlern rasch vorgestreckt und zurückgezogen werden", welche Wirth [278] für seine Pferdemikrofilarie unter aller Reserve inbezug auf die Deutung beschreibt, vielleicht ebenfalls durch die Scheide vorgetäuscht sein könnten.

Das Mikrofilarien-Vorderende nach verschiedenen Autoren.



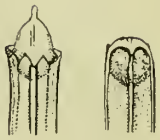
a b

1. Mf. nocturna (MANSON)

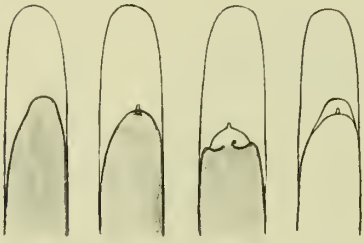


a b

2. Mf. nocturna aus Aegypten (LOOSS)

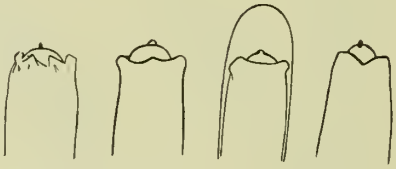


3. Mf. fusiformis avium (ANNETT, DUTTON, ELLIOTT)



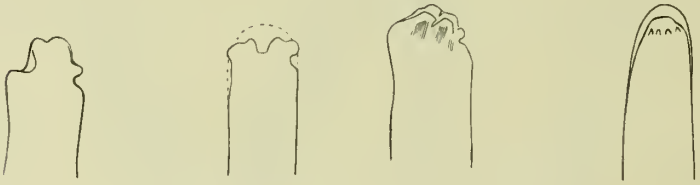
a b c a + b

4. Mf. bancrofti, turnuslose Samoa-Mf. (FÜLLEBORN)

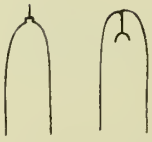


5 6 7 8

5—8. Mf. bancrofti (nocturna) (FÜLLEBORN)

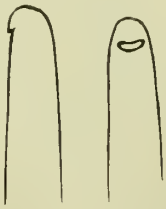


9—12. Mf. bancrofti (nocturna) (FÜLLEBORN)



a b

13. Mf. perstans (MANSON)



a b

14. Mf. perstans (RODENWALDT)



a b c

15. Mf. recondita (NOÈ)



a b

16. Mf. immitis [repens?] (RODENWALDT)

teil die Unmöglichkeit, beide Arten im frischen Präparate voneinander zu unterscheiden*).

Für Perstans beschreibt Manson[162] ebenfalls einen retraktilen Stachel, aber ohne „Präputialapparat"; der bis eine Wurmbreite lange Stachel soll aber viel leichter als bei Nocturna zu beobachten sein und nach Low[145] und Feldmann[67] hätte auch Perstans einen Präputialapparat, nach van Campenhout[36] sogar einen gezahnten.

Von Microfilaria demarquayi wird von Low[144] ein allerdings undeutlicher, wenig entwickelter und ungezahnter Präputialapparat mit zurückziehbarem Stachel beschrieben.

Auch bei einer Vogelmikrofilarie (Fil. fusiformis avium) bilden Annett, Dutton & Elliott einen dem von Manson bei Nocturna beschriebenen sehr ähnlichen Präputialapparat in einer recht detaillierten Zeichnung ab.

Die Mehrzahl der Autoren schließt sich überhaupt den Mansonschen Auffassungen — welche auch in die Lehrbücher übergegangen sind — an, andere geben nur zu, daß zwar ähnliche Bilder, wie sie Manson beschreibt, gesehen werden, deuten diese Befunde aber in einer abweichenden Weise.

So hegt Looss[137], [138 s. 244 ff.] nach seinen Beobachtungen an der ägyptischen Nocturna**) starke Zweifel betreffs der Mansonschen Deutungen: schon deshalb, weil ein so komplizierter Mechanismus bei den primitiv gebauten Larven an sich unwahrscheinlich sei und vor allem, weil im Gegensatz zu dem Saugrüssel von Tylenchus in der Mikrofilarienbiologie das Bedürfnis nach einem solchen Bohrapparate kaum begründet sei. Looss meint, daß die Blutmikrofilarien weder Mund noch After besäßen, daß am Vorderende kein rektraktiler Stachel, sondern nur ein dem Bohrzahn der Ascaridenlarve vergleichbares Gebilde vorhanden sei und daß der von Manson beschriebene „sechslippige Präputialapparat" eine durch die Bewegung des Mikrofilarienvorderendes hervorgerufene optische Täuschung sei, als deren morphologische Basis er 6 flache, längliche, vorn scharf endende, nach hinten aber allmählich verlaufende Längskannelierungen der Körperoberfläche beschreibt.

*) In einer früheren Arbeit[162] bemerkt Manson, daß das Vorderende von Nocturna wenig ausgesprochene durch die Aktion des Präputialapparates hervorgerufene stoßende Bewegungen zeige, während bei Diurna, bei welcher der feinere Bau des Vorderendes noch unbekannt sei, diese stoßenden Bewegungen ausgesprochener seien und noch mehr bei Perstans. Foley gibt dagegen an, daß die Bewegungen des Präputialapparates bei Diurna weniger energisch seien als bei Nocturna und bei Immitis.

Im gefärbten Präparat soll nach Manson (cf. Lit. Nr. 167, Taf. VI) die Kernreihe bei Microfilaria diurna unvermittelter (wie glatt abgebrochen) enden als bei Microfilaria banerofti, was von Foley bestätigt wird. Ich glaube jedoch, daß dies mit der stärkeren Kontraktion der Diurna im Trockenpräparat zusammenhängt und auch nicht hinlänglich konstant ist, um differentialdiagnostisch viel damit anfangen zu können (cf. Taf. III, Fig. 2, 3, 4).

**) Wie Prof. Looss mir jüngst brieflich mitteilte, ist die ägyptische Nocturna mit der Banerofti-Larve identisch. Er schließt sich ferner den von mir in der unter Nr. 89 zitierten Arbeit enthaltenen Ausführungen über den Bau der Mundorgane in allen wesentlichen Punkten an, hält jedoch an dem konstanten Vorkommen des von ihm beschriebenen — mit dem Mansonschen retraktilen Stachel aber nicht identischen — Bohrstachels (siehe Text) fest, indem er sich auf entsprechende Befunde bei Tiermikrofilarien stützt. Näheres über seine Ansichten dürfte die 2. Auflage des Mansonschen Handbuches der Tropenkrankheiten enthalten.

Wahrscheinlich haben die von Fülleborn[89] für Bancrofti (S. 216, Fig 11 und 12) und von Wirth[278] für seine Pferdemikrofilarie abgebildeten 4 Fleckchen des Vorderendes Beziehungen zu den von Looss beschriebenen Streifungen (S. 216, Fig. 2); die Flecken könnten der optische Ausdruck für die schärfer eingeprägten Enden jener Loosschen „Säulenkannelierungen" sein, die Meinhof für die Loa-Larve bestätigt.

Fülleborn[89] glaubt, daß unregelmäßige krampfhafte Einziehungen der Körperwand, die er am Vorderende der Bancrofti- und der Loa-Larve beobachtete, zuweilen ein dem Präputialapparate im Sinne Mansons ähnliches Bild ergäben, und daß auch vielleicht der „Bohrzahn", den Looss beschreibt, aus solchen Kontraktionen resultiere. Er nimmt ferner mit Leber & v. Prowazek das Vorhandensein eines endständigen oder doch annähernd in der Mitte gelegenen Mundes an, stellt jedoch die Existenz eines retraktilen Stachels gleich Looss, und zwar für Bancrofti, Loa, Perstans und Demarquayi entschieden in Abrede und erklärt letzteren als ein rein optisches Phänomen.

Dafür, daß aber andererseits auch ein dem ganzen Präputialapparat ähnliches Gebilde optisch vorgetäuscht werden kann, sprächen nach Fülleborn[89] die auf S. 216, Fig. 4 wiedergegebenen Figuren, die das Vorderende einer sich nur ab und zu noch schwach bewegenden Microfilaria bancrofti darstellen, welche während der langen bewegungslosen Pausen mit dem Zeichenapparat bei verschiedenen Höheneinstellungen entworfen wurden. Während bei der oberflächlichsten Einstellung von einem Präputialapparat und einem stachelähnlichen Gebilde nichts zu sehen ist, treten hieran erinnerende Bilder bei den tieferen Einstellungen auf; deckt man aber Fig. *a* und *b* übereinander, so sieht man, daß der „Stachel" nicht über die Außenkonturen des Wurmes hinausragt. Wenn sich nun diese 3 Höheneinstellungen bei dem Auf- und Abwärtsbewegen des Mikrofilarienvorderendes (cf. S. 217, Anm. * und S. 232) wie in einem Kinobilde optisch mischen, dürfte schon allein dadurch der Eindruck ähnlich einem sich zurückziehenden „Praeputium" mit vor- und zurückschnellendem Stachel entstehen.

Huffman konnte bei schwach beweglichen, dem Loa-Muttertier entnommenen Larven weder Präputialapparat noch retraktilen Stachel konstatieren, ebenso Brochard[27] nicht bei der turnuslosen Mikrofilarie der Wallis-Inseln; Foley beschreibt sowohl für Diurna wie Nocturna den retraktilen Präputialapparat, wenn auch ohne die 6 Zähnchen, und mit nur kurzem, schwach beweglichem Stachel, während Meinhof*) zwar das retraktile Praeputium und den Stachel für Mf. diurna bestätigt, jedoch unentschieden läßt, ob letzterer retraktil sei; bei Perstans sah Meinhof keinen Stachel.

Rodenwaldt[226] ist geneigt, für Loa und Perstans ähnlich wie er es für die von ihm untersuchten Hundemikrofilarien beschreibt, das Vorhandensein eines nicht endständigen, sondern eines „seitlichen" Maules anzunehmen und glaubt, daß der Präputialapparat mit seinem Stachel auf optischer Täuschung beruhe; seine eingehenden Ausführungen, durch die er Noès[190] an Hundemikrofilarien gemachten Beobachtungen im allgemeinen bestätigt, müssen im Originale nachgelesen werden**).

*) Da die Publikation von Meinhof[177] erst nach der Drucklegung dieser Arbeit erschien, konnte sie nur kurz berücksichtigt werden, so daß wegen der Einzelheiten seiner Befunde auf das Original verwiesen werden muß.

**) Bernard & Bauche[17] beschreiben einen retraktilen ungezahnten Präputialapparat mit punktförmigem Stachel („rostre punctiforme") auch von der Microfilaria repens des Hundes. Auf alle Angaben über den Bau des Vorderendes bei Tiermikrofilarien kann ich hier jedoch nicht eingehen.

Leber & v. Prowazek nehmen für die turnuslose Samoamikrofilarie eine terminale, wenn auch nicht genau in der Mitte gelegene Mundöffnung an, welche auf der einen Seite drei kleine, aber verschieden große, papillare Erhabenheiten besäße, die sich im trocknen Giemsapräparat deutlich rot färbten; „das mittlere Zähnchen", das dann wie ein rot gefärbtes Bakterium aussähe, dürfte nach den Autoren dem Stachel der Nocturna entsprechen.

Es handelt sich bei diesem „mittleren Zähnchen" (wenigstens nach der Abbildung 4 der Autoren) offenbar um dasselbe, was ich[89], um eine möglichst indifferente Bezeichnung zu erwählen, für Microfilaria bancrofti und loa als „rote" Mundgebilde beschrieben habe; das gleiche Gebilde wurde von Mandel bei seiner Pferdemikrofilarie, ferner bei Loa anscheinend auch von Huffman und Nattan-Larrier gesehen und endlich wird es von Saisawa und Bach für Microfilaria immitis bestätigt.

Betrachtet man die Mikrofilarie von der Seite, so scheint in der Tat nur ein solches mit Azur-Eosin (am besten sukzessive Vitalfärbung) sich dunkelrot färbendes Gebilde vorhanden zu sein; bei Dorsoventralansicht aber überzeugt man sich, daß es in Wirklichkeit deren zwei sind, die bei Seitenansicht zur Deckung kommen. Das merkwürdige Aussehen dieser „roten Mundgebilde" mit ihrem pilzförmigen Ende zeigen Taf. I, Fig. 7 und 8.

Um was es sich dabei handeln mag, muß einstweilen unentschieden bleiben; letzteres gilt auch von einigen anderen Strukturen, die am Vorderende der Mikrofilarien beschrieben wurden und in betreff derer ich auf die Originalarbeiten[226, 184, 89, 177] verweisen muß.

D. Der Verdauungstractus der Blutmikrofilarien.

Ein ausgebildeter Verdauungstractus kann bei Mikrofilarien nicht nachgewiesen werden, doch dürfte die Annahme[226] berechtigt sein, daß die median von den „Subcuticulazellen" gelegene, der Hämatoxylin-Mikrofilarie ihr charakteristisches Aussehen verleihende Kernsäule (cf. Fig. 6, S. 214) zum größten Teil der Anlage des Verdauungskanals angehört*).

Ueber die Mundöffnung ist im vorigen Abschnitte entsprechend der Ansicht der verschiedenen Autoren ausführlich berichtet worden, über den After wäre folgendes zu sagen: Am hinteren Abschnitte der Mikrofilarie sieht man in der den Wurm bei Hämatoxylinfärbung durchziehenden Kernsäule eine Lücke, welche Manson[167] als „tail spot" beschrieben und als Anlage des Afters resp. der Kloake angesprochen hat. Looss[137] schließt sich dieser Deutung an und fügt hinzu, daß der Anus auf einer minimalen Erhebung gelegen sei**), jedoch sei eine Analöffnung nicht vorhanden. Dagegen sieht

*) Daß die helle Linie, welche sich in der Mitte der dieser Kernsäule entsprechenden blauen Partie der Figur 15 auf Tafel I befindet, eine Andeutung eines Darmlumens ist, glaube ich nicht. Wie die Scheidenkante, welche Hufman und anderen einen Verdauungstraktus vorgetäuscht hat (vgl. S. 212) sieht diese zwar eigentlich nicht aus, mag aber doch irgendwie — vielleicht indem die Scheidenkante die Färbung des unterliegenden Abschnittes gehindert hat — damit in Zusammenhang stehen.

**) Die Analpapille wurde von Ashburn & Craig[5, 6] auch bei ihrer Microfilaria philippinensis gesehen und für ein speziell dieser Art zukommendes Charakteristikum angesprochen, während sie allen Mikrofilarien gemeinsam zu sein scheint.

Rodenwaldt[226, 227] dieses Gebilde nicht als den Anus, sondern als Genitalporus an, indem er seinerseits eine nahe der Schwanzabknickung von ihm beobachtete, durch „Körncheneinlagerung" (cf. S. 213) markierte kreisrunde Oeffnung als Analöffnung anspricht. Fülleborn[89] schließt sich demgegenüber auf Grund der Weiterentwickelung dieses Organs bei innerhalb der Mücke heranwachsenden Mikrofilarien (cf. Fig. 16 und 17, S. 260) der Auffassung von Looss an und bezeichnet daher das von Rodenwaldt „GP" genannte Gebilde als „AP". Da an dieser Stelle bei Vitalfärbung der Farbstoff etwa ebenso schnell wie in die Oeffnung des Exkretionsporus eindringt, glaubt er entsprechend den Angaben von Rodenwaldt, Ashburn & Craig[5, 6], Brochard[27] u. a., daß auch der Analporus („GP" im Sinne Rodenwaldts) eine Oeffnung besitzt.

Der Analporus ist ein sackartiges Organ, dessen Endpapille ventralwärts gelegen ist; Rodenwaldt[226] glaubt auf Grund seiner Vitalfärbungen bei Hundemikrofilarien, daß er anscheinend in zwei Kammern geteilt sei und auch Meinhof erhielt bei Diurna ähnliche Bilder. Sehr schön kommt der Analporus bei sukzessiver Azur-II-Eosin-Vitalfärbung zur Anschauung[89]; er präsentiert sich dann, wie die Taf. I, Fig. 4 und 12 (siehe auch das Mikrophotogramm Taf. IV, Fig. 8) zeigen, als intensiv roter, etwas streifiger Konus*). Die prozentuale Lage des Analporus zur Gesamtlänge des Wurmes bei Mf. bancrofti und loa geht aus der Tabelle S. 231 hervor.

Zum Darmtractus gehört offenbar auch das Gebilde, welches Manson[162, 167] von Nocturna als eine „unregelmäßig granulierte Masse, die bei geeigneter Färbung wie eine Art Eingeweide erscheint, und das eine Strecke weit in der Achse des Parasiten liegt", beschreibt; auf der zugehörigen Figur bezeichnet er die betreffende Stelle als „Central viscus". Ich habe dieses Gebilde, um einen möglichst indifferenten Namen zu wählen, „Innenkörper" genannt[81].

Der Innenkörper präsentiert sich im frischen Präparate der Bancrofti-Larve als ein nur wenig lichtbrechender, etwas unregelmäßiger Stab. Er liegt zwischen der „G^1-Zelle" und der Exkretionszelle; eine genauere Lage in Prozenten der Gesamtlänge läßt sich wegen seiner verschiedenen Ausbildung kaum angeben. Seitlich wird der Innenkörper von den „Matrixzellen der Subcuticula" und einer Reihe anderer, sich erst zugleich mit der Hauptmasse der übrigen Körperzellen färbenden (vermutlich also der Darmanlage angehörenden) Kerne begrenzt (cf. Fig. 6, S. 214).

Die beste Methode, um den Innenkörper färberisch darzustellen, ist vitale Neutralrotfärbung (Taf. I, Fig. 14). Wennschon nach meinen bisherigen Erfahrungen der Innenkörper bei jedem Falle von Bancrofti mit Neutralrot färbbar zu sein scheint**), so ist diese Färbung doch recht launisch, da sie bei den einzelnen Mikrofilarienexemplaren zuweilen ungleich schnell auftritt und manchmal schnell wieder ausblaßt, so daß sich dann nicht entscheiden läßt, ob sich der Innenkörper auch bei allen Exemplaren des Präparats gefärbt hatte. Beim Verblassen der Färbung erkennt man, daß der Innenkörper aus verschieden stark

*) Bestätigende Befunde liegen außer den bereits erwähnten von Saisawa (für Immitis), Foley (für Diurna) und Brochard[27] (für die turnuslose Mikrofilarie der Wallis-Inseln) vor.

**) Auch Foley konnte ihn bei Microfilaria bancrofti im Gegensatz zur diurna mit Neutralrot darstellen.

gefärbten Abschnitten besteht, die sich schließlich in eine Körnerreihe auflösen. Bei Azur-Eosinfärbungen ist die Darstellung der Innenkörper aber noch weit unzuverlässiger als bei vitaler Neutralrotfärbung, was bei Benutzung von Trockenausstrichen vielleicht zum Teil mit deren Alter zusammenhängen mag[76], doch konnten Leber & v. Prowazek sowie Bahr meine diesbezüglichen Befunde bei der turnuslosen Bancrofti der Südsee, Lebœuf & Javelly für die Nocturna von Neu-Kaledonien, Mine für die Nocturna Japans und Foley für die Nocturna Westafrikas bestätigen (Taf. I, Fig. 15 und 16).

Bei Microfilaria loa sah ich den Innenkörper beim frischen ungefärbten Material nur einmal[81]; für gewöhnlich findet man an der betreffenden Stelle nur einige stark lichtbrechende Granula, die das Neutralrot zu allererst aufnehmen, und schon Manson[162] bemerkt, daß der Innenkörper bei Diurna weniger ausgebildet sei als bei Nocturna. Bei Azur-Eosinfärbungen (Taf. I, Fig. 3) konnte ich den Diurna-Innenkörper zwar auch sowohl im Trockenpräparat wie im frischen Präparate darstellen, jedoch gelang dies nur ganz gelegentlich einmal[89], was mit den Erfahrungen von Foley, der die verschiedene Färbbarkeit des Innenkörpers gleichfalls für ein gutes Diagnostikum zwischen der Bancrofti- und Loa-Larve ansieht, übereinstimmt. Die Stelle, welche der Lage des Innenkörpers entspricht, ist jedoch auch bei der Loa-Larve — und ebenso bei der von Bancrofti — im Hämatoxylinpräparate, wo der Innenkörper selbst stets ungefärbt bleibt, als eine deutliche Lücke[2] in der Kernsäule erkennbar (Taf. I, Fig. 9; Taf. III, Fig. 1—3; Taf. IV, Fig. 7).

Bei Microfilaria perstans und demarquayi konnte Fülleborn keinen Innenkörper färben, ebenso Meinhof bei Perstans nicht; jedoch berichtet Feldmann[67] nach Essigsäure-Zusatz zu frischem Perstans-Material ein derartiges Gebilde gesehen zu haben, während nach Manson[162] im gewöhnlichen frischen Präparate nichts derartiges sichtbar ist.

Wirth[278] und Mandel beschreiben einen Innenkörper von ihren Pferdemikrofilarien, Balfour[10] bei seiner Microfilaria camelensis.

Ob der Innenkörper eine dotterähnliche Reservemasse[10] darstellt, was wohl am wahrscheinlichsten ist, läßt sich nicht mit Sicherheit entscheiden; Glykogen ist es nach dem Ausfallen der mikrochemischen Reaktion nicht[81]. Dafür, daß der Innenkörper aber keine zellige Struktur besitzt, spricht, abgesehen von dem mikroskopischen Bilde, der Umstand, daß er in der Mikrofilarie bei deren Bewegungen hin- und herrutscht[89], was Mandel und Wirth[278] auch bei dem Innenkörper ihrer Pferdemikrofilarien beobachteten.

E. Der Exkretionsapparat der Blutmikrofilarien.

An der Grenze des ersten und zweiten Drittels des Mikrofilarienkörpers (die genauen Maße siehe S. 231) befindet sich bei der Hämatoxylinmikrofilarien ein anderer heller Fleck, dessen Gestalt Manson vom frischen Material, wo er gleichfalls sichtbar ist, genauer beschreibt und den er als „V spot" bezeichnet*). Manson spricht den „V spot"

*) Aus dem Texte der 3ten (1903) und 4ten (1907) Auflage des Mansonschen Lehrbuches[167] geht herovr, daß er unter dem „V spot" die Stelle des Exkretionsporus und nicht die des Nervenrings verstanden wissen will. Er spricht nämlich auch von einer anderen, nur in gefärbten Präparaten sichtbaren Lücke („break")

als die Anlage des Exkretionsorgans, vielleicht auch als Genitalanlage an, Nabias & Sabarrès hielten ihn für die Anlage der Vulva; es handelt sich nach Looss[137] um den Exkretionsporus.

Rodenwaldt[226, 227], dessen Befunde ich bestätigen kann[89] (siehe Taf. I, Fig. 1, 2, 11, 13, 18; Taf. II, Fig. 1 und 3; Taf. IV, Fig. 8), hat das Exkretionsorgan mittels Vitalfärbung eingehend untersucht. Es stellt ein bläschenförmiges Gebilde dar, das mit einer durch „Körncheneinlagerung" (siehe S. 213) deutlich markierten Oeffnung die Cuticula an den Ventralseiten des Tieres durchbricht. Die Gestalt des Exkretionsporus soll nach Rodenwaldt, wie aus der Dorsoventralansicht hervorgehe, eine linsenförmige sein, doch sei die Form des Säckchens bei den einzelnen Mikrofilarienarten ebenso wie die der Ausmündungsöffnung verschieden, was differentialdiagnostischen Wert habe; ich möchte zu letzterem bemerken, daß die Gestalt des Organs wohl auch von dessen Füllungszustande abhängig sein dürfte.

Bei vitaler Azur-II-Färbung mit nachfolgender Eosindifferenzierung, aber auch zuweilen im Giemsa-Trockenpräparat*) färbt sich der Exkretionsporus tiefdunkelrot und tritt dann sehr deutlich hervor (Taf. I, Fig. 11; Taf. IV, Fig. 8). Daß sich aus ihm tatsächlich Sekret entleert, kann besonders bei gescheideten Arten, wo es zwischen Wurmkörper und Scheide liegen bleibt, beobachtet werden[226].

Ganz ebenso wie bei anderen Nematoden steht der Exkretionsporus der Mikrofilarien mit einer großen Exkretionszelle in Verbindung. Der Kern der letzteren liegt bei den einzelnen Mikrofilarienarten verschieden weit von der Exkretionsporusöffnung entfernt und dies bildet, wie Rodenwaldt hervorhebt, ein weiteres differentialdiagnostisches Merkmal, das, wie auch aus der Tabelle auf S. 231 hervorgeht, in der Tat recht brauchbar ist (Taf. I, Fig. 2 und 13; Taf. II, Fig. 1 und 3; Fig. 6).

der zentralen Kernsäule, die etwas vor dem V spot („at a point slightly anterior to the V spot") gelegen sei; dieser Fleck vor dem V spot kann nur der Nervenring sein, also muß der V spot selbst der Exkretionsporus sein. Freilich ist unter dieser Voraussetzung Mansons Angabe, daß der „V spot about one fifth of the intire length of the organism backwards from the head end" gelegen sei, nicht korrekt, denn auf zirka $^1/_5$ der Wurmlänge liegt nicht der Exkretionsporus, sondern der Nervenring. Dies erklärt sich aber daraus, daß Manson die im gefärbten Präparate sichtbare Lücke des Nervenringes für den Exkretionsporus des frischen Präparates gehalten hat, wie aus einer seiner früheren Arbeiten[162] hervorgeht. Mit dem „V spot" ist also offenbar der Exkretionsporus gemeint und dieser Auffassung schließen sich auch Annett, Dutton & Elliott — wie aus deren Maßen zweifellos hervorgeht — an, ferner Castellani & Chalmers, und ebenso auch Low[150], welcher den Nervenring als den „break (seen in stained specimens)", im Gegenstand zu dem dahinter gelegenen „V spot" bezeichnet. Lows Auffassung aber dürfte ausschlaggebend sein, denn er wird von Manson in dessen Lehrbuch als derjenige genannt, der ihn auf die tatsächlichen Lageverhältnisse der Flecke aufmerksam gemacht habe.

Looss beschreibt jedoch als den „V spot" den Nervenring: zu dieser Auffassung muß man auch notgedrungen kommen, wenn man sich an den Text der zweiten Auflage (1900) des Mansonschen Lehrbuches hält, denn da steht, um das Unheil voll zu machen, an der oben zitierten Stelle nicht „at a point slightly anterior to the V spot", sondern „at a point slightly posterior to the anterior V spot".

Es ist bei der ganzen Sachlage wohl am besten, in Zukunft den Ausdruck „V spot" ganz zu vermeiden und dafür die anatomische Bezeichnung „Exkretionsporus" einzusetzen.

*) Nach Foley nur bei Loa und nicht bei Nocturna; für Vitalfärbungen trifft dies aber, wie Tafel I, Fig. 11 zeigt, jedenfalls nicht zu.

Der feinere Bau der Exkretionszelle ist ein recht komplizierter und erinnert an den von Goldschmidt bei Ascaris beschriebenen; bei den verschiedenen Mikrofilarienarten ist auch die Form der Zelle etwas verschieden, doch möchte ich hierauf nach meinen Erfahrungen bei Microfilaria bancrofti und loa weniger Wert legen als dies Rodenwaldt tut. Der große bläschenförmige Kern besitzt einen sich tief

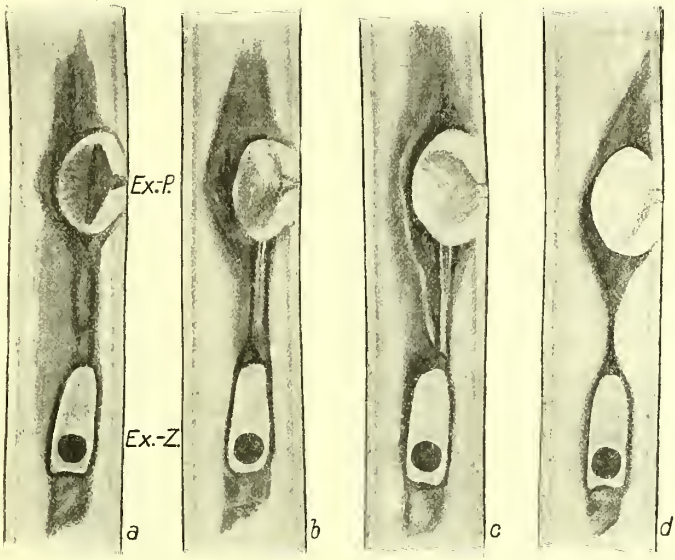


Fig. 7. Microfilaria loa in 4 aufeinander folgenden Studien der vitalen Azurfärbung.

dunkel färbenden Nucleolus, der zuweilen von einem schwächer gefärbten, breiten Hofe umgeben ist. Das Protoplasma, das den Kern umhüllt, läßt in seinem, dem Exkretionssporus zugewandten Abschnitte bei geeigneter Vitalfärbung einen oder mehrere helle Stränge, die wie Kanäle aussehen (Fig. 7), erkennen[89].

F. Das Nervensystem der Blutmikrofilarien.

Vom Nervensystem der Blutmikrofilarien ist nur der Nervenring bekannt, der vorderste „spot" der gefärbten Mikrofilarie; Annett, Dutton & Elliott und Low[150] nennen ihn den „break" (vgl. hierzu Anm. S. 221).

Die prozentuale Lage des Nervenringes ist für die einzelnen Arten charakteristisch und bietet eines der wichtigsten differential-diagnostischen Merkmale bei den Ausmessungen (cf. S. 231).

Am besten tritt der Nervenring im Hämatoxylin-Präparate hervor, wo er sich sehr deutlich als Lücke in der Kernsäule abhebt. In der Seitenansicht (vgl. Fig. 4, S. 208; ferner Taf. II, Fig. 1 u. Taf. III) hat er die Form eines schrägen, der Oeffnung des Exkretionsporus zugeneigten hellen Streifens, von dorsoventral betrachtet (Fig. 4) erscheint er wie ein querverlaufendes Band resp. wie ein mit der Spitze nach vorne gerichtetes V (aber es ist nicht „V spot"! vgl. S. 221, Anm.).

G. Die „G-Zellen" Rodenwaldts bei den Blutmikrofilarien.

Rodenwaldt[226, 227] fand bei Vitalfärbungen im hinteren Körperabschnitte der Blutmikrofilarien zwischen dem Ende des Innenkörpers (resp. der ihm entsprechenden Lücke) und dem Analporus eigenartige große Zellen, die er zusammen mit dem von ihm als Genitalporus gedeuteten Analporus als Anlage des Genitalsystems anspricht; eine der Rodenwaldtschen „G^1" entsprechende Zelle hatte Noè[190] bereits vordem für die Genitalanlage angesehen. Ob oder inwieweit es sich bei den „G-Zellen" um die Genitalanlage handelt, ist noch nicht erwiesen; Saisawa fand bei seinen Untersuchungen an in der Mücke heranreifenden Mikrofilarien jedenfalls keine Stütze für diese Ansicht*).

Was den tatsächlichen Teil der Beobachtungen Rodenwaldts anbelangt, so konnte Fülleborn[89] diese aber in allen wesentlichen Punkten bestätigen (Taf. I, Fig. 1, 5, 6, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 18; Taf. II, Fig. 2 und 4; Textfig. 6 und 8—10), und da die Bezeichnung „G^1—G^4" für diese Zellen einmal eingeführt ist, dürfte es am zweckmäßigsten sein, sie einstweilen beizubehalten.

Für ihre Pferdemikrofilarien konnten Mandel[278] und Wirth das Vorhandensein solcher Zellen ebenfalls feststellen, für Hundemikrofilarien haben Saisawa und Bach (beide an Immitis-Material) Rodenwaldt bestätigt, für Loa auch Meinhof, und Mine sah die „G^1-Zelle" bei der japanischen Nocturna**), während es andererseits auffallenderweise Bahr nicht gelang, sie für die turnuslose Fidji-Bancrofti nachzuweisen, obschon sie bei der ebenfalls turnuslosen Samoa-Bancrofti sicher vorhanden sind (Taf. I, Fig. 17 und 18).

Wie Rodenwaldt betont, kann die Gestalt und gegenseitige Lage der „G-Zellen" zueinander als differential-diagnostisches Merkmal Verwendung finden und in ganz besonderem Maße gilt dies für seine „G^1-Zelle", die tatsächlich das sicherste Merkmal ist, um Microfilaria loa und bancrofti voneinander zu trennen. Weniger gilt dies von der prozentualen Lage der „G^1-Zelle", da erstere nicht so konstant zu sein scheint wie die anderer Fixpunkte. Im übrigen verweise ich auf die Tabelle auf S. 231.

Das beste Mittel zur Darstellung der „G-Zellen" ist Azur II, doch findet man, wie Rodenwaldt richtig bemerkt, diese Zellen, wenn man sie einmal gesehen hat, auch bei den anderen Färbungen ebenso wie im frischen ungefärbten Präparate wieder. Selbst bei gewöhnlichen dicken Trockenpräparaten, die mit Azur II gefärbt werden, tritt die diagnostisch wichtige G^1-Zelle der Loa-Larve mit ihrem charakteristischen breiten Protoplasmamantel deutlich hervor, wennschon ihr Nucleolus dann nicht immer gefärbt ist (Taf. I, Fig. 9). Bei Hämatoxylinfärbung von feucht fixierten Alkoholpräparaten sind die „G-Zellen" auch gut zu erkennen; für die gewöhnlichen Hämatoxylintrocken-

*) Prof. Looss teilte mir brieflich mit, daß er nur die „G^1-Zelle" als wirkliche Genitalanlage ansehe, daß dagegen „G^2—G^4" nicht dazu gehörten; er hegt wenig Zweifel, daß letztere die Anlagen des Rectalligamentes und seiner Adnexe sind und bei männlichen und weiblichen Individuen wahrscheinlich etwas differieren werden, da bei den ersteren der ganze spätere Spicula-Apparat dazukommt.

**) Mine gibt an, schon bei jüngsten Embryonen zwei besonders große Zellen, die er als die Hauptgenitalzelle („G^1") und die Exkretionszelle anspricht, gesehen zu haben; für noch unaufgerollte Loa-Larven kann ich das Hervortreten der „G^1-Zelle" bestätigen.

präparate gilt dies freilich nicht. Bei Färbung mit Fuchsin resp. Karbolfuchsin nach den englischen Vorschriften (cf. S. 197 und 204) kann man, wie erwähnt, die „G^1-Zelle“ der Loa-Larve zuweilen auch ziemlich deutlich erkennen.

Von den 4 „G-Zellen“ ist die am weitesten vorn gelegene — die „G^1- oder Hauptgenitalzelle“ — die auffälligste und größte. Ihr folgen in für die verschiedenen Mikrofilarienarten charakteristischen Abständen die drei anderen; „G^4“ liegt nahe oder unmittelbar am Analporus. „G^2—G^4“ sind erheblich kleiner als „G^1“, aber doch größer als die gewöhnlichen Körperzellen und wenn in geeigneten Stadien der Azur-II-Vitalfärbung die Nachbarzellen ungefärbt sind, so sind sie „G-Zellen“ in der Tat meist ganz unverkennbar. In manchen Stadien

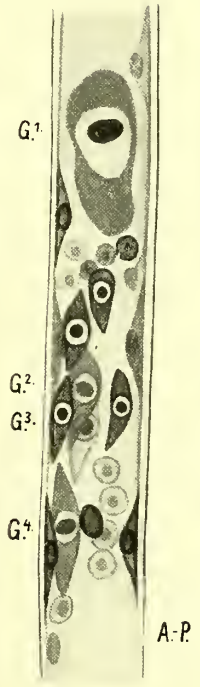


Fig. 8.

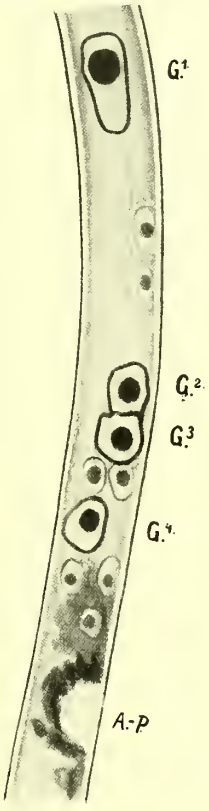


Fig. 9.

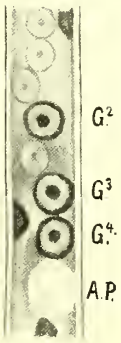


Fig. 10.

Fig. 8 und 9. Die „G^1—G^4-Zellen“ von Diurna bei vitaler Azur-II-Färbung (die beiden Mikrofilarien sind nicht in demselben Stadium der Färbung gezeichnet).

Fig. 10. „G^2—G^4-Zelle“ der Bancrofti-Larve (turnuslose Samoa-Mikrofilarien) bei vitaler Azur-II-Färbung.

der Vitalfärbung treten allerdings noch weitere Zellen in der Umgebung auf, die recht ähnlich aussehen, so daß man zuweilen mehr als nur drei solcher „kleinen G-Zellen“ zu sehen meint und die Bilder können dann recht kompliziert werden (Textfig. 8). Ueberhaupt scheint dieser Zellkomplex und seine Bedeutung noch eingehenderer Studien zu bedürfen; dies gilt besonders auch von den komplizierten Protoplasmastrangverbindungen, die nach Rodenwaldt zwischen den „G-Zellen“ vorhanden wären und die auch Meinhof erwähnt.

Am schönsten ist die „G^1-Zelle“ bei Microfilaria loa ausgeprägt, wo sie in Dorsoventralansicht fast die ganze Breite des Wurmes aus-

füllt, während sie bei Seitenansicht etwas schmäler erscheint (Taf. I, Fig. 1, 3, 5, 6, 9, 10; Taf. II, Fig. 4; Textfig. 8 und 9). Ihr bläschenförmiger, länglicher oder mehr rundlicher Kern besitzt einen sich tief dunkel färbenden Nucleolus, der bei geigneten Stadien der Vitalfärbung mit Azur II (ebenso wie bei dem auch sonst ähnlich gebauten der Exkretionszelle) von einem dunklen Hof umgeben ist, so daß nur ein schmaler Saum am Rande des Kernes freibleibt (Tab. I, Fig. 6). In manchen Fällen kann man auch innerhalb des Nucleolus noch weitere Differenzierungen sehen (Tab. I, Fig. 5)*). Der Kern wird von einem an den Seiten relativ schmalen, kopf- und schwanzwärts aber stark ausgebildeten, sich dunkel färbenden Protoplasmamantel umgeben; dieser Protoplasmamantel bildet das Hauptcharakteristikum der „G^1-Zelle" der Loa-Larve gegenüber Bancrofti, da er bei letzterer nur wenig ausgebildet ist. Aber selbst wenn der Protoplasmamantel bei manchen Stadien der Azur-Vitalöffnung auch einmal der Loa-Larve fehlt (Textfig. 9), kann man die beiden „G^1-Zellen" doch an ihrer Größe unterscheiden, da die von Bancrofti viel kleiner ist, ja meist sogar von der „Exkretionszelle" an Größe übertroffen wird (Taf. I, Fig. 12, 15, 16, 17, 18; Taf. II, Fig. 2; Textfig. 6).

Ueber die „kleinen Genitalzellen" (G^2—G^4) von Microfilaria bancrofti und loa wäre noch zu bemerken, daß sie einen ähnlichen Bau wie die „große Genitalzelle" aufweisen und bei Microfilaria loa meist deutlich größer als die entsprechenden von Bancrofti sind; ihre charakteristische Lage zueinander und zur „Hauptgenitalzelle" ist aus Taf. I, Fig. 17 u. 18; Taf. II, Fig. 2; Textfig. 6 u. 8—10 genügend ersichtlich.

Ueber die G-Zellen bei Perstans und Hundemikrofilarien ist bei Rodenwaldt[226] und Saisawa nachzulesen; die bei Pferdemikrofilarien werden bei Mandel und Wirth[278] abgebildet.

H. Der Schwanzabschnitt der Blutmikrofilarien.

Die charakteristische Abknickung des Schwanzendes bei den Mikrofilarien wurde bereits S. 211 erwähnt. An der Stelle, wo diese Abknickung beginnt, beobachtete Fülleborn[81] bei vitaler Neutralrotfärbung von Microfilaria loa in der Seitenansicht einen sehr deutlichen, dunklen, kaudalwärts bis zur Körperperipherie reichenden Strang. Bei vitaler sukzessiver Azur-II-Eosinfärbung von Microfilaria bancrofti und loa trat in dieser Gegend ein — allerdings nicht bis zur Körperperipherie reichendes — rotes Gebilde auf, das sich bei Dorsoventralansicht als zwei, bei Seitenlage sich deckende, rote Stränge erwies (Taf. I, Fig. 4, Taf. IV, Fig. 8); sie sind ähnlich wie die „roten Mundgebilde" (cf. S. 219) mit einem Endknöpfchen versehen. Ich bezeichnete sie mit einem möglichst indifferenten Namen als „rote Schwanzgebilde"[89]. Saisawa fand die nämlichen Strukturen auch bei Hundemikrofilarien wieder. Um was es sich dabei handelte, ist einstweilen nicht zu entscheiden. Daß Rodenwaldt nahe dem Schwanzende eine von ihm als After angesprochene, „deutlich durch Körncheneinlagerung dunkel gefärbte, kreisrunde Oeffnung" beschreibt, wurde bereits S. 213 und 220 bemerkt.

Nach Foley ist das Schwanzende der Bancrofti-Larven kürzer zugespitzt als das von Loa, aber an der Spitze selbst dünner: d. h.

*) Vgl. Fülleborn[89].

das Loa-Ende würde demnach mehr einem „langgespitzten stumpfen" Bleistift, das Bancrofti-Ende einem „kurzgespitzten scharfen" Bleistift gleichen. In noch stärkerem Grade gilt dasselbe, wie bereits Manson[167] angibt, für Microfilaria demarquayi einerseits*) und Microfilaria perstans anderseits; die Perstans-Schwanzspitze sieht geradezu wie „abgehackt" aus (Taf. III). Durch sehr spitz ausgezogene Schwänze sind übrigens die Mikrofilarien von Dirofilaria immitis und repens ausgezeichnet.



Fig. 11. Microfilaria demarquayi im gewöhnlichen Hämatoxylin-Trockenpräparat. (Mikrophot.)

Die Angabe von Sambon[240] und Manson[166], [167], daß das Schwanzende von Microfilaria diurna im Gegensatz zu Nocturna stets oder doch meist „umgeschlagen" sei (siehe Mansons[167] Taf. VI), wird von Fülleborn[81] und Foley nicht bestätigt. Es kommen zum mindesten überaus zahlreiche Ausnahmen nach beiden Seiten hin vor, und in manchen Präparaten findet man eher das Gegenteil[89]; vollständige Umfaltung (reploiement complet) ist nach Foley auch bei Diurna nur in 1 zu 15—20 Exemplaren zu konstatieren**), bei Nocturna fand er sie in 1 zu 30—40 Exemplaren. Im übrigen vergleiche die ausführlichen Angaben und Zeichnungen von Foley.

Dagegen fand Fülleborn[84], [89], daß die Schwanzenden der Bancrofti- und Loa-Larven sich dadurch sehr markant unterscheiden, daß bei Microfilaria bancrofti regelmäßig die äußerste Schwanzspitze (auf ca. 5 Proz. der Gesamtwurmlänge) kernfrei ist, während bei Microfilaria loa die Kerne bis dicht an die äußerste Schwanzspitze heranreichen (Taf. III, Fig. 1—3), was von Foley — der offenbar Fülleborns Untersuchungen nicht kannte — ebenfalls gefunden wurde und was von Meinhof für Microfilaria loa bestätigt wird. Diese Differenz tritt allerdings bei Hämatoxylin nur in stark gefärbten Präparaten deutlich hervor, während sie nach Foley bei Giemsafärbung stets sehr schön darstellbar ist.

Ganz ebenso wie die Loa-Larve verhält sich in dieser Beziehung auch Perstans, während Demarquayi dasselbe Verhalten zeigt wie Bancrofti[89] (Taf. III, Fig. 4—7).

*) Auf Tafel III, die nach besonders stark gefärbten guten Präparaten gezeichnet ist, tritt die Differenz zwischen den Schwanzspitzen von Demarquayi und perstans weniger hervor als bei gewöhnlichen Präparaten; nach einem solchen ist das Mikrophotogramm, Fig. 11, gefertigt (vgl. auch Fülleborn[89] S. 25.

**) Bei aus dem Loa-Muttertier direkt entnommenen Larven ist der Schwanz vielleicht häufiger umgeschlagen.

I. Die Zugehörigkeit der Blutmikrofilarien zu den erwachsenen Würmern.

Um die Zugehörigkeit einer Blutmikrofilarie zu einer bestimmten Art der erwachsenen Würmer festzustellen, vergleicht man die aus den Geburtswegen der Muttertiere entleerten reifen Larven mit den Blutmikrofilarien, denen die ersteren, falls es sich um dieselbe Art handelt, bis auf eine etwas geringere Größe gleichen. Bevor man die feinere Anatomie der Mikrofilarien näher kannte, stieß man jedoch wegen der oft großen Aehnlichkeiten zwischen verschiedenen Arten zugehörenden Larven und erhebliche Schwierigkeiten, z. B. konnte bei Benutzung der alten Methoden die Artverschiedenheit von Microfilaria diurna und nocturna von so hervorragenden Beobachtern wie Annett, Dutton & Elliott, denen sich v. Linstow anschloß, in Abrede gestellt werden. Ausgesprochene anatomische Unterschiede der Larven beweisen natürlich, daß letztere zu verschiedenen Arten von Elterntieren gehören müssen; andererseits wird man aber gut tun, bei Mikrofilarien, die keine morphologischen Differenzen erkennen lassen, nicht auch stets ohne weiteres — falls nicht andere Evidenzen dafür sprechen — auf die Identität der Elterntiere zu schließen, da wir noch nicht wissen, ob sich nicht die Mikrofilarien verschiedener Arten selbst in den feineren Details gleichen können.

1) Als Larvenform von **Bancrofti** wird allgemein die Microfilaria noturna Mansons betrachtet: damit ist aber, wie Looss[137] bemerkt, noch nicht ohne weiteres erwiesen, daß auch alle gescheideten, ein nächtliches Auftreten im peripheren Blute zeigenden Mikrofilarien des Menschen nun notwendig zu Bancrofti gehören müssen. Nach den neueren Untersuchungen ist jedoch anderseits auch kein zwingender Grund vorhanden, einstweilen das Gegenteil anzunehmen, zumal nachdem Bahr und Leiper[129b] sogar die Elterntiere der turnuslosen Fidjimikrofilarie als Bancrofti identifizieren konnten, womit der „Turnus" seine ausschlaggebende Bedeutung für die systematische Stellung der Mikrofilarien eingebüßt haben dürfte.

Damit ist auch die turnuslose „Filaria philippineusis" von Ashburn & Craig[5, 6] als besondere Art gefallen, zumal sie nach den Ausführungen von Low[149] und Fülleborn[89] mit der Noeturna-Banerofti morphologisch absolut identisch zu sein scheint. Die völlige, bis in alle Einzelheiten gehende anatomische Gleichheit der turnuslosen Samoa-Mikrofilarie mit der Noeturna-Banerofti konnte ebenfalls erwiesen werden[89]. Nur auf das Vorhandensein oder Fehlen des „Turnus" hin aber eine neue Art zu begründen, dürfte schon deshalb nicht angängig sein, weil es offenbar alle Uebergänge von einem „reinen" Nocturnaturnus bis zur ausgesprochenen Turnuslosigkeit bei der Banerofti-Larve gibt (cf. S. 246); man kann höchstens von biologischen Varietäten sprechen.

Die auf Grund der Taniguchischen Beschreibung erwachsener Würmer erfolgte Abtrennung einer besonderen japanischen Form[199] ist nach den neueren Publikationen von Miyake und Hida wohl ebenfalls nicht mehr notwendig, und der Differenz in der Anordnung der Genitalschlingen bei den von Manson als Banerofti beschriebenen aus Indien stammenden Exemplaren Maitlands[158] gegenüber den Typen-Exemplaren Cobbolds, möchte ich nach meinen Untersuchungen an Dirofilaria immitis[86] nicht ohne weiteres einen allzugroßen Wert beimessen, zumal Mißdeutungen des Gesehenen möglich sind. Ferner erwähnt Leiper[129b], der jüngst die Banerofti verschiedener Herkunft nachgeprüft und mit den Cobboldschen Typen verglichen hat, nichts von der Notwendigkeit, neue Arten aufzustellen.

Ueber manche Befunde sind die Akten allerdings noch nicht geschlossen: so z. B. über die gescheidete, aber im Trockenpräparate nur 131 μ zu 5,3 μ große Microfilaria powelli, die nur einmal und nur in 3 Exemplaren von Powell in Indien gesehen wurde; in ihrer Größe ist sie ähnlich einer von Manteufel aufgefundenen, von Fülleborn[89] näher beschriebenen ostafrikanischen Mikrofilarie (cf. auch S. 303/04). Die Microfilaria gigas von Prout kann wohl als irgendein „Kunstprodukt" gestrichen werden.

2) Als Larvenform von **Filaria loa** hatte Manson, dem sich die meisten anderen Autoren anschlossen, die Microfilaria diurna angesprochen, doch wurden letztere, wie oben erwähnt, von anderer Seite mit der Bancrofti-Larve für identisch angesehen.

Manson[162], Sambon[240], Brumpt[30], Penel, Low[150], Huffman, Nattan-Larrier[184] u. a. glaubten, die Microfilaria diurna — abgesehen von dem der Nocturna entgegengesetzten Turnus — auch deshalb von der letzteren unterscheiden zu müssen, weil sich besonders im Hämatoxylin-Trockenpräparat einige Differenzen zwischen beiden konstatieren ließen. Fülleborn[81], vor allem aber Rodenwaldt[227] fügten dem durch Vitalfärbung nachweisbaren weitere Unterschiede hinzu, die von anderer Seite Bestätigung fanden. Hierzu kam, daß nach den Feststellungen von Annett, Dutton & Elliott in Pyretophorus costalis, der sich als geeigneter Zwischenwirt für Nocturna erwiesen hatte, eine Entwickelung von Diurna nicht eintrat.

Aus Gründen der geographischen Verbreitung kam Filaria loa als Elterntier für Filaria diurna in erster Linie in Betracht und man fand bei Loa-Trägern auch öfter, aber keineswegs immer, Microfilaria diurna im Blute. Die aus den Geburtswegen der Loa extrahierten Larven konnten zwar nach ihren Maßen (cf. aber S. 205 ff.) und ihrem ganzen Habitus Microfilaria diurna sein, waren aber andererseits auch der Nocturna so ähnlich, daß eine definitive Entscheidung kaum zu fällen war, bis die Anwendung der Vitalfärbung auf die Loa-Larven deren feineren Bau zu studieren gestattete.

Durch den von Fülleborn[91, 89] erbrachten Nachweis der absoluten Identität der aus dem Mutterwurm gewonnenen Loa-Larve mit der Microfilaria diurna des Blutes in bezug auf die gesamte feinere Anatomie einschließlich der relativen Lage der anatomischen Fixpunkte sind wir aber berechtigt, Microfilaria diurna jetzt mit Sicherheit als die Loa-Larve zu bezeichnen.

3) **Microfilaria perstans und demarquayi** sind morphologisch so gut charakterisiert, daß die Zugehörigkeit zu den ebenso genannten erwachsenen Formen als erwiesen betrachtet werden kann. Freilich mag es noch perstans- und demarquayiartig aussehende Mikrofilarien geben, die zu anderen Elterntieren gehören, wie zu der allerdings als besondere Art jetzt wohl von den meisten Autoren aufgegebenen Filaria ozzardi (S. 313 ff.). Dasselbe gilt für die Mikrofilarien des Schimpansen[284, 225, 126], der allerdings als ein in Perstans-Gegenden lebender Anthropoider eine vollberechtigte Anwartschaft auf diesen Parasiten hat. Auch eine demarquayiähnliche Mikrofilarie ist in Uganda beim Affen gefunden worden[129, 146]. Im übrigen vgl. den speziellen Teil (Anm. ** auf S. 310/11 u. 314).

Die von Ziemann[286] als Filaria vivax vom Menschen beschriebene Mikrofilarie dürfte dagegen eine echte Perstans sein[81 S. 30 Anm. 2] Ebenso möchte ich die von Firket, Hodges, van Campenhout, Leger u. a. unterschiedene große und kleine Perstans nicht ohne weiteres als zwei Arten resp. Varietäten ansehen; denn Perstans kann sich schon in vivo kontrahieren und verlängern und besonders im Trockenpräparate kann diese Mikrofilarie ganz verschieden lang sein, je nachdem sie schneller oder langsamer eingetrocknet ist, womit auch Manson[166] die in Perstans-Präparaten vorkommenden Differenzen

erklärte. Ferner möchte ich unter aller Reserve darauf hinweisen*), daß viel leichter als man glauben sollte im Romanowski-Giemsa-Präparat Diurna und Perstans, die ja so oft zusammen vorkommen, trotz der verschiedenen Größe und Schwanzbildung miteinander verwechselt werden (s. Taf. IV, Fig. 14a u. b), und auch im frischen Präparat ist die für Diurna charakteristische Scheide ja nicht immer ohne weiteres zu erkennen.

K. Zur Differentialdiagnose der Blutmikrofilarien des Menschen.

Für die Differentialdiagnose des Klinikers, wenn er nach der S. 195 beschriebenen Technik mit dicken Hämatoxylintrockenpräparaten arbeitet, genügt das auf S. 187—188 angegebene Schema, das durch die Taf. III und die Textfig. 11 ergänzt wird. Gelingt es mit dem Hämatoxylintrockenpräparate nicht, Microfilaria loa von Microfilaria bancrofti mit Sicherheit zu unterscheiden, so wende man die Azur-II-Färbung an und suche nach der „G^1-Zelle"; letztere ist bei der Loa-Larve nicht zu übersehen, während sie bei Bancrofti wenig auffällig ist. Eine ausführlichere Besprechung über den Wert der einzelnen, sonst noch als Differentialdiagnostikum zwischen Microfilaria bancrofti und loa angegebenen Punkte habe ich andernorts publiziert[89].

Dem in den bisherigen Kapiteln Erwähnten wäre nur noch hinzuzufügen, daß die zentrale Kernsäule der Microfilaria loa im Hämatoxylintrockenpräparat, infolge stärkerer Schrumpfung**), meist nicht so deutlich wie bei der Microfilaria bancrofti von einem hellen Saum umgeben ist. Zum Teil wohl ebenfalls infolge der stärkeren Schrumpfung erscheint ferner die Kernsäule der Microfilaria loa im Hämatoxylintrockenpräparat meist dichter zusammengedrängt als bei Bancrofti, wo man die einzelnen Kerne besser voneinander unterscheiden kann, und ebenso möchte ich das abruptere Enden der Kernsäule am Vorderende von Microfilaria loa erklären (cf. S. 217, Anm. *); wie Brumpt[32], Manson[167] und Foley angeben, erscheinen die Kerne von Microfilaria diurna im gefärbten Trockenpräparat auch größer als die von Microfilaria nocturna.

Betreffs der Unterscheidungsmerkmale, die für die lebendfrischen Mikrofilarien von Bancrofti und Loa von einigen Autoren angegeben werden, siehe S. 232, Anm. *) u. **).

Ueber den für die Differentialdiagnose gleichfalls wichtigen „Turnus" wird ausführlich in einem späteren Kapitel berichtet. An dieser Stelle sei nur darauf hingewiesen, daß nicht jede am Tage im peripheren Blut angetroffene, große, gescheidete Form darum ohne weiteres auch als Diurna zu bezeichnen, und nicht jede in der Nacht gesehene eine Nocturna ist! Anderseits darf das Vorhandensein eines „Turnus" nicht in Abrede gestellt werden, wenn im Tages- und im Nachtblut Mikrofilarien der betreffenden Art überhaupt angetroffen werden; es kommt nur auf ein ausgesprochenes und gesetzmäßig wiederkehrende Prävalieren zu der einen oder der

*) In bezug auf die Befunde von Fiket etc. genügt meiner Ansicht nach die Mansonsche Erklärung.

**) Abgesehen von der stärkeren Schrumpfung der Loa-Larven dürfte der breitere helle Saum der Microfilaria bancrofti auch daher rühren, daß sich die derbere Bancrofti-Scheide dem Wurm nicht so eng anschmiegt als die zartere Loa-Scheide.

anderen Zeit an, worüber oft nur genaue Auszählungen entscheiden können.

Handelt es sich um die Abgrenzung einer neuen Art oder um ähnliche subtilere Bestimmungen, so muß die feine Anatomie der Larven mittels Vitalfärbungen oder anderer geeigneter Untersuchungsmethoden festgestellt resp. versucht werden, durch die Berechnung der prozentualen Lage der Fixpunkte nach dem auf S. 208 angegebenen Verfahren Anhaltspunkte zu gewinnen.

Die Durchschnittszahlen für die von mir auf diese Weise berechneten Mikrofilarien von Bancrofti und Loa (resp. „Diurna" des peripheren Blutes) gibt die folgende Tabelle, während ich im übrigen auf S. 208 ff. dieser Arbeit und die ausführliche Originalpublikation[89] verweise.

Prozentuale Berechnung der anatomischen Fixpunkte für Microfilaria bancrofti und loa (in Prozenten zur Gesamtlänge der Larven ohne die Scheide gemessen).

	Nervenring	Exkretionsporus	Exkretionszelle	„G"	Analporus	Letzte Schwanzzelle
Microfilar. bancrofti	19,6	29,6	30,6	70,0	82,4	95,1
Microfilaria loa (resp. diurna)	21,6	31,6	36,6	68,6	81,9	fast am Ende

II. Die Physiologie der Blutmikrofilarien.

A. Die Bewegung der Blutmikrofilarien im frischen Präparate; Eigenschaften der „Scheide", ihre Herkunft und Funktion.

Im frisch entnommenen Blutpräparate zeigen die Mikrofilarien überaus lebhafte, windende und schlängelnde Bewegungen, deren gewaltiger Energieaufwand jedoch in keinem rechten Verhältnis zu der dadurch erzielten fortschreitenden Bewegung zu stehen scheint: Zwar bewegen sich die Würmchen manchmal recht ausgiebig von der Stelle und verschwinden dabei schneller als es dem Beobachter lieb ist aus dem Gesichtsfelde einer starken Vergrößerung; aber sie schießen nicht wie Wasserschlangen durch den Teich, sondern erinnern eher an eine Schlange oder an einen Aal, die auf einer zu glatten Unterlage zu entfliehen bestrebt sind, ohne doch trotz der heftigen Bewegungen ordentlich von der Stelle zu kommen. Eine besondere Richtung halten die Mikrofilarien bei ihrer Fortbewegung nicht inne, sondern sie toben ziellos zwischen den Blutkörperchen umher, wie es Manson[162] und Penel recht anschaulich für die besonders agile Perstans schildern; wie weit sich die verschiedenen Mikrofilarien-Arten in Bezug auf ihre Bewegung verschieden verhalten, wird weiter unten noch erörtert werden.

Die Mikrofilarien können sich in vivo auch zusammenziehen und wieder verkürzen. Diese Fähigkeit dürfte mehr oder minder wohl allen Arten zukommen; am ausgesprochensten ist sie bei Demarquayi und Perstans[162, 167], und zwar hat man bei letzterer den Eindruck, als ob sie in der Ruhe kontrahierter ist als bei der Bewegung[162, 81 *]).

*) Dies gilt aber nur für die ganz lebensfrischen Exemplare. Die abgestorbenen Microfilaria perstans scheinen mir ebenso wie die von Immitis (cf. S. 206) länger zu sein als die noch lebenskräftigen; wenigstens sprechen hierfür meine Ausmessungen an Momentmikrophotogrammen von vollbeweglichen Perstans.

Nach Noè[190] und Rodenwaldt[226] heften sich Hundemikrofilarien (ungescheidete) mit dem Vorderende an Deckglas und Objektträger an, was Rodenwaldt mit dem von ihm bei diesen Formen beschriebenen „seitlichen" Mund (cf. S. 218) in Beziehung bringt; dasselbe berichtet Feldmann[67] von Perstans. Beim allmählichen Absterben der Mikrofilarien hält eine schnellende, zuckende Bewegung des Vorderendes lange an*), bis die Würmchen schließlich in meist gestreckter Haltung bewegungslos verharren.

Die Fähigkeit, sich im Präparate von der Stelle zu bewegen, kommt offenbar allen Arten, auch den mit einer Scheide versehenen Bancrofti- und Loa-Larven zu[2, 6, 81, 9, 178, 76, 96**]. Allerdings verklebt die Scheide nach einiger Zeit — manchmal sofort nach der Blutentnahme, manchmal erheblich später — mit dem Glase des Objektträgers oder des Deckglases, und nun können die Mikrofilarien nicht mehr von der Stelle, obschon sie unter den lebhaftesten Anstrengungen und die Blutkörperchen der Umgebung dabei wild durcheinander wirbelnd, sich zusammenknäueln und wieder aufrollen, und in ihrer Scheide hin- und hergleiten, um sich von ihrer Fessel wieder freizumachen. Das Verkleben der Scheide kann am Vorderende, am Hinterende und seltener auch an anderen Stellen stattfinden; die Scheide verklebt dabei entweder nur mit einer kleinen Stelle oder mit breiter Fläche und manchmal faltet sie sich dabei übereinander, so daß der Wurm in dem durchgängig bleibenden Teile stark eingezwängt wird[81]. Looss[137] meint, daß die Abkühlung nach der Blutentnahme die Klebrigkeit der Scheide erhöhe; im Neutralrot-Präparat scheint sie anderseits verringert zu sein[89].

Die Scheide ist sehr dehnbar, was man sehr schön daran beobachten kann, daß der Wurm sie bei seinen Befreiungsversuchen öfter zu einem langen, dünnen Faden (resp. Band) auszieht, der, sobald die rückwärtsstrebende Bewegung des Wurmes nachläßt, wie ein Gummifaden wieder zurückschnellt. Nach Foley wäre die Scheide von Microfilaria loa rigider als die von Microfilaria bancrofti, so daß erstere in vivo mit einer gewissen Elastizität bei Bewegungen des Wurmes in ihre normale Lage zurückschnelle — und sich im Trockenpräparat auch in starrere Falten (plicatures rigides) lege — während sie bei Bancrofti haltlos hin und her geschleudert werde. Manson[162] hält die Bancrofti-Scheide für derber als die von Loa, und ebenso Fülleborn[81], weil sie im Trockenpräparat die Tendenz hätte, sich nicht so eng an die Seiten des Wurmes anzulegen und weil sie tingierbarer sei.

Wird die Scheide durch ein klebriges und kompakteres Medium — z. B. nach Aufenthalt auf Eis hämolytisch gewordenes oder in der Mücke eingedicktes Blut (cf. S. 200 und S. 257) — festgehalten, so gelingt es den Bewegungen der Mikrofilarien, weil die Würmchen alsdann den genügenden Widerhalt finden, die Scheide zu durchbrechen.

*) Manson[162] meint, daß die „stoßenden Bewegungen" („pouting movements") des Vorderendes bei Microfilaria loa ausgesprochener als bei Mf. bancrofti und am ausgesprochensten bei Mf. perstans seien (cf. auch S. 217, Anm. *).

**) Mir ist es auch nicht aufgefallen, daß sich etwa Mf. bancrofti und loa in bezug auf ihre Bewegungen (resp. ihr Festhaltungsvermögen) verschieden verhielten, wie dies Rodenwaldt mit Berufung auf ältere Literaturangaben — welche der Diurna die Fortbewegung im frischen Präparate absprechen — für seine Turnustheorie (cf. S. 254) annimmt.

Die Gestalt der Scheide ist auf Seite 211 ff. bereits beschrieben worden. Was ihre Herkunft anbelangt, so ist es nach den Untersuchungen von Penel, Nattan-Larrier und neuerdings von Bahr — der bei Microfilaria bancrofti, wie Manson[162] bereits vor vielen Jahren bei einer Vogel-Mikrofilarie, ihre Bildung in vivo direkt beobachtete — erwiesen, daß sie aus der gedehnten Eihülle entsteht und nicht eine abgestreifte Larvenhaut ist (vgl. Fig. 12). Man kann daher an der Scheide auch nicht die Spuren einer Mund- und Afteröffnung erwarten, ebensowenig wie sie solche von seiten der Exkretionsöffnung aufweist; über die angebliche Querstreifung der Scheide, die, wenn wirklich vorhanden, im entgegengesetzten Sinne beweisend wäre, siehe S. 211. Dafür, daß die Scheide kaum eine abgestreifte Larvenhaut sein kann, sprechen übrigens auch die oben (S. 211, Anm.) erwähnten Befunde bei Mikrofilarien von Schlangen und Vögeln, wo die Scheide als ein viel zu weiter Sack den Wurm umgibt.

Die Tatsache, daß die Scheide von Bancrofti und Loa, während sie sich in ihrer Form sonst dem Körper anpaßt, ihn nach vorn und hinten überragt, macht es wahrscheinlich, daß die Mikrofilarie die Fähigkeit haben muß, sich bis zur ganzen Länge der Scheide auszustrecken, was von einigen Autoren auch berichtet wird (cf. S. 212). Vielleicht haben solche Exemplare auch die Veranlassung dazu gegeben, daß Ludwig das Vorhandensein einer Scheide bei aus den Geburtswegen der Loa entnommenen Mikrofilarien in Abrede gestellt hat.

Was die Funktion der Scheide anbelangt, so mag die klebrige Hülle, wie Looss[137] vermutet, zu dem „Turnus" der Larven irgendwelche Beziehungen haben, jedenfalls ist es auffällig, daß gerade die einen Turnus aufweisenden Mikrofilarien des Menschen Scheiden besitzen: daß es auch mit Scheide versehene turnuslose Mikrofilarien gibt, wie die Bancrofti-Larve der Südsee und die Pferdemikrofilarien von Mandel und Wirth, wäre kein stichhaltiger Einwand gegen diese Hypothese (cf. auch S. 253).

Daß die Scheide quasi als „Maulkorb" gegen die Wirkung des hypothetischen Stachels des Mikrofilarienvorderendes dienen sollte, um nämlich die Durchbohrung der Blutgefäße zu verhindern, ist unwahrscheinlich; wenigstens hätte man dann bei Perstans und Demarquayi auch einen solchen Schutzapparat zu erwarten (cf. S. 215 ff).

B. Die Entwicklung der Blutmikrofilarien im Mutterwurm und nach der Entleerung in das periphere Blut; abortierte Filarieneier.

Die Entwicklung des Filarien-Eies bis zu der fertigen, mit einer Scheide versehenen Mikrofilarie ist aus den von Penel übernommenen Figuren (Fig. 12) ersichtlich. Die reifen Larven liegen wie dünne, runde Zahnstocher nebeneinandergepackt, und mit ihren Längsachsen derjenigen der ableitenden Geburtswege parallel geordnet, zu vielen Hunderten in den letzteren; man kann auch die Geburt der Würmchen unter dem Mikroskop direkt beobachten.

Ein Abgehen von noch in der Eihülle zusammengeknäuelten Larven — also von Eiern im gewöhnlichen Sinne — an Stelle von reifen Larven ist für die Mikrofilarien des Menschen schon an sich nicht sehr wahrscheinlich, zumal, worauf Daniels hinweist,

die Vulvaöffnung der Bancrofti — von anderen Arten verlautet bisher nichts von abortierten Eiern — für deren Passage zu eng sein würde. Andererseits spielen die abortierten Bancrofti-Eier (welche die Lymphkapillaren infolge ihrer im Verhältnis zu den Larven viel größeren Dicke verstopfen sollen) eine große Rolle in den Mansonschen Erklärungsversuchen der Elephantiasis, und entleerte Bancrofti-Eier sind nach den Angaben der Autoren auch ab und zu aufgefunden worden, wennschon, worauf Looss [137] hinweist, die angeblichen Filarieneier im Urin wohl meist auf die anderen Nematoden bezogen werden müssen. Cobbold [zit n. 199] und Noc beschrieben Gebilde, die sie für Filarieneier ansprechen (resp. anzusprechen geneigt sind), auch aus dem peripheren Blute, doch dürfte deren Vorkommen daselbst recht wenig Wahrscheinlichkeit haben, denn sie würden ja in den Kapillaren stecken bleiben.

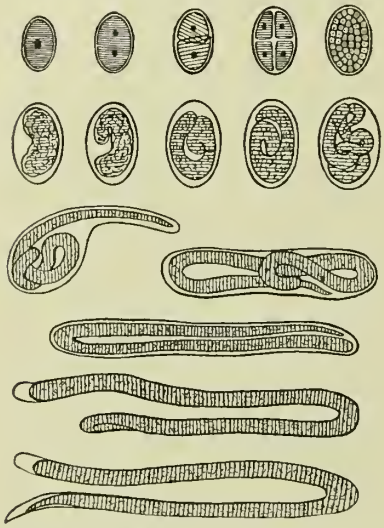


Fig. 12. Entwicklung der Microfilaria loa im Mutterwurm (nach Penel [199]).

Daß aber Filarieneier überhaupt in den Wirt entleert werden können, daran ist anderseits nach den sorgfältigen Untersuchungen von Bahr, der sie wiederholt in der Punktionsflüssigkeit von Leistendrüsen fand, nicht zu zweifeln*). Bahr glaubt jedoch auf Grund seiner Untersuchungen, daß es sich bei den vorgefundenen Filarieneiern um solche handelt, die nach dem Tode des Muttertieres aus prolabierten Uterusschlingen entleert wurden; diese könnten dann freilich in die Lymphzirkulation gelangen und zu Verschluß der Lymphgefäße Veranlassung geben, obschon die häufige Verstopfung der Lymphgefäße durch die erwachsenen Würmer selbst am besten die tropische Elephantiasis erklärte (siehe auch S. 287/88).

Die aus dem Mutterwurm entleerten Larven sind nach den Angaben der meisten Autoren [199, 89, 8] etwas kleiner als die im zirkulierenden Blute angetroffenen, sie wachsen also während ihres Aufenthaltes daselbst offenbar heran; Penel meint allerdings, daß die etwas erheblichere Größe der zirkulierenden Mikrofilarien gegenüber den aus den Geburtswegen entnommenen nur ein Quellungsphänomen der bis dahin im Uterus stark komprimierten Larven sein mag.

Für ein Heranwachsen der Larven nach der Geburt spricht auch das auf S. 237 angeführte Experiment, nach welchem Microfilaria repens sogar zu wahren Riesenformen sich weiterentwickelte.

*) Trifft man auf Abstrichen von Schnitten durch Filarienlymphdrüsen Eier an, so müßte man stets wohl zu allererst daran denken, daß ein erwachsener Wurm mitdurchtrennt ist, aus dem sich die Eier entleert haben. Aus diesem Grunde überzeugen die Ausführungen von Engeland & Manteuffel auch nicht davon, daß bei Filaria bancrofti vermutlich die Eier normalerweise im Stadium früher Furchungskugeln abgelegt würden, um in den Lymphdrüsen heranzureifen.

Die Tatsache, daß die im zirkulierenden Blute befindlichen Mikrofilarien untereinander nicht gleich groß sind, kann man aber nicht ohne weiteres in dem Sinne verwerten, daß man die kleineren Exemplare als die vor kurzem geborenen, die größeren als die in der Zirkulation herangewachsenen anspricht; denn die aus denselben Abschnitten der Geburtswege eines Loa-Weibchens entleerten Larven ergaben untereinander ebenso starke Größendifferenzen wie die Diurna des zirkulierenden Blutes ihrerseits unter sich [89].

C. Die Lebensdauer der Blutmikrofilarien und ihr zuweilen vorzeitiges Absterben; der Verbleib der abgestorbenen Mikrofilarien.

Die Lebensdauer der Mikrofilarien unter natürlichen Bedingungen ist schwer zu bestimmen. Die Ausführungen [139] ,welche eine lange Lebensdauer der Mikrofilarien dadurch feststellen wollen, daß sich letztere nach der Extraktion einiger erwachsener Bancrofti noch monatelang nachweisen ließen, haben keine Beweiskraft [166], da wir wissen, daß häufig sehr viele erwachsene Würmer gleichzeitig im Körper des Menschen parasitieren, und daher wenig Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, daß bei einer Operation zufällig sämtliche Muttertiere entfernt werden. Anderseits beweisen die Befunde [208], wo die Mf. bancrofti einige Zeit nach der Extraktion erwachsener Würmer verschwanden, auch nichts, da die Mikrofilarien unter dem Einfluß von Lymphangitis und anderen mit Bancrofti in Zusammenhang gebrachten fieberhaften Affektionen resp. nach Fiebern unklarer Aetiologie manchmal sogar innerhalb 24 Stunden völlig und dauernd verschwinden können [166, 148, 9]; daß sie zeitweise bei Filarienträgern ohne ersichtlichen Grund fehlen resp. in ihrer Zahl stark vermindert sein können, um dann wieder aufzutreten, wird ebenfalls recht oft beobachtet [243, 285, 81, 9].

Um das auffällige Verschwinden der Bancrofti-Mikrofilarien zu erklären, suchte Bahr nach spezifischen Stoffen im Blutserum von Filarienträgern. Er konnte Mikrofilarien abtötende Substanzen aber selbst dann nicht im Serum nachweisen, wenn dieses vor oder nach einem lymphangitischen Fieberanfall entnommen war, der bei dem betreffenden Patienten die Mikrofilarien zum Verschwinden gebracht hatte. Ebenso war subkutane Injektion von aus Staphylococcus aureus bereiteter Vaccine unwirksam. Ein Befund von Fülleborn & Bach bei einem an Sepsis verstorbenen Immitis-Hunde scheint aber darauf hinzudeuten, daß Bakterien oder deren Produkte einen schädigenden Einfluß auf Mikrofilarien ausüben; die Untersuchungen darüber sind allerdings zurzeit noch nicht abgeschlossen.

Wenn die Mikrofilarien aus der Zirkulation verschwinden und sich auch nicht wieder einstellen, so müssen sie jedenfalls abgestorben sein; denn die andere denkbare Möglichkeit, daß sie in solchen Fällen zwar am Leben geblieben seien, jedoch die Fähigkeit, in die Zirkulation zu kommen, dauernd eingebüßt hätten, ist äußerst unwahrscheinlich (cf. S. 275).

Aus entzündlichen Ergüssen werden abgestorbene Bancrofti-Mikrofilarien von Bahr erwähnt und sie werden dort vermutlich häufig vorhanden sein. Von im Blute zirkulierenden toten, resp. unbeweglichen Mikrofilarien wird aber recht selten berichtet: Scheube erwähnt bewegungslose, resp. höchstens noch eine Spur Leben zeigende Nocturna-Mikrofilarien, die er nach Verabreichung von pikrinsaurem Kali im Nachtblute antraf, und zwar noch 4 Monate lang nach Aussetzen des während drei Wochen verabreichten Medikamentes; Ziemann [285] beschreibt von

einem Gesunden bewegungslose, anscheinend abgestorbene Microfilaria perstans und bei einem zeitweise fiebernden Patienten traf er zweimal bewegungslose Bancrofti; Dufougeré[61] gibt an, im Blute von Elephantiasis-Kranken fast nur tote Mikrofilarien (11mal Mf. nocturna, 32mal Mf. demarquayi) gesehen zu haben, doch schränkt er in einer späteren Arbeit[62] seine Angaben offenbar stark ein; Fülleborn[88] sah bei einem Hund, der an einer fieberhaften Krankheit (wahrscheinlich Staupe) eingegangen war, degenerierte Mikrofilarien im Lungenblutausstrich.

Das seltenere Vorkommen von toten Mikrofilarien in der Blutzirkulation wird aber wohl damit zusammenhängen, daß die abgestorbenen früher oder später in den Kapillaren abfiltriert werden, und nach Rodenwaldt[226] findet man Reste abgestorbener Mikrofilarien auf Schnitten in der Leber und häufiger noch in den Markkegeln der Niere, wo sie verkalken. Diese Organe, eventuell auch noch andere, z. B. die Lunge, würden demnach gewissermaßen der „Mikrofilarienfriedhof", d. h. die Stellen sein, wo absterbende und abgestorbene Würmer aus dem Blute eliminiert werden.

Dagegen ist es mir nicht recht verständlich, wenn Rodenwaldt[226] bei der Besprechung des Turnusproblems sagt: „Ob die Mikrofilarien noch ein zweites Mal, nachdem sie aus dem kleinen Kreislaufe hinausgeschwemmt wurden, in die Lunge geraten, ist bezüglich der in die inneren Organe hineingeschwemmten unwahrscheinlich, für die anderen ist anzunehmen, daß sie zwischen beiden Kapillarengebieten pendeln, bis sie ihren Untergang in einem der inneren Organe finden." Denn in die „inneren Organe" wird ja ein sehr wesentlicher Bruchteil auch nach Rodenwaldts Turnushypothese Tag für Tag geraten müssen, so daß die Lebensdauer der Mikrofilarien dann nur nach Tagen zählen würde. Das widerspricht aber der bei Blutübertragung konstatierten jahrelangen Lebensdauer der Mikrofilarien in der Zirkulation. Ich glaube, die Mikrofilarien werden sogar sehr häufig den Wechsel zwischen der Lunge und dem großen Kreislauf vollziehen, ohne daß die die inneren Organe passierenden ausgeschaltet werden.

Die ältere Ansicht von Moty, wonach die Mikrofilarien im Bindegewebe zugrunde gingen und dann wieder von der Lymphzirkulation aufgenommen und resorbiert würden, entbehrt anscheinend der Begründung.

Wennschon wir nach dem oben Ausgeführten nicht in der Lage sind, aus den direkten Beobachtungen am Menschen sichere Schlüsse über die Lebensdauer der Mikrofilarien zu ziehen, so berechtigen uns doch die Laboratoriumsexperimente zu der Annahme, daß auch die Mikrofilarien — ebenso wie dies von den Elterntieren feststeht — wie schon Manson[162] und Bancroft[11] annahmen, eine nach Wochen und Monaten, vielleicht nach Jahren zählende Lebensdauer besitzen.

Ganz sicher ist die Annahme von Myers, daß die Mikrofilarien des Menschen nur wenige Stunden lebten, falsch, wie Manson[162] ausführt; kann man sie doch außerhalb des Körpers tagelang, ja selbst wochenlang am Leben erhalten (vgl. S. 238), und nach Jahren zählt ihre Lebensdauer, wenn man sie einem geeigneten Tier in die Blutbahn injiziert, wie aus den Angaben des nächsten Abschnittes hervorgeht.

D. Die Uebertragung von mikrofilarienhaltigem Blut in den Körper eines anderen Tieres.

Keiner der Versuche, welche darauf abzielten, die in ein Tier eingespritzten Mikrofilarien des Menschen in der Blutbahn von

Experimentiertieren zur Ansiedlung zu bringen, hat zu einwandsfreien positiven Resultaten geführt; Fülleborns[88] zahlreiche, im Laufe der Jahre mit sämtlichen Blutmikrofilarien des Menschen angestellte Uebertragungsversuche auf Affen waren ebenso ergebnislos wie die mit Bancrofti angestellten früherer Untersucher[199 S. 40 Anm. 2] und die von Breinl (mit Anthropoiden ist allerdings bisher noch nicht experimentiert worden). In der Bauchhöhle der Maus konnte Microfilaria bancrofti freilich noch 10 Tage nach der Injektion lebend nachgewiesen werden, sie ging aber nicht in die Blutzirkulation über[88].

Dagegen konnten bereits Gruby & Delafond [zit. n. 211] Hundemikrofilarien, die sie einem anderen Hund eingespritzt hatten, noch nach 3 Jahren im Blut des letzteren nachweisen und ebenso waren beim Kaninchen lebende Hundemikrofilarien noch nach 89 Tagen zu konstatieren. Fülleborn[80, 88] hat diese Versuche mit intravenös injizierten Mf. repens wiederholt: 2 Jahre lang waren die eingespritzten Mikrofilarien im peripheren Blute des Versuchshundes nachweisbar und als der Hund nach $2^3/_4$ Jahren getötet wurde, fanden sie sich noch in dessen Lunge — wo sie ja stets am reichlichsten zu sein pflegen — vor. In einem anderen Falle, wo der Hund 86 Tage nach der Blutinjektion starb, wurde ebenfalls ein positiver Befund festgestellt[226, 88].

Das merkwürdigste bei dem ersteren Fall war, daß die Mikrofilarien während des $2^3/_4$-jährigen Aufenthaltes in der Zirkulation des Versuchshundes etwa auf die doppelte Größe des Ausgangsmaterials herangewachsen waren (von 210—220 μ des Ausgangsmaterials auf im Mittel 413 μ, ein Exemplar hatte die Riesengröße von 505,6 μ); unter normalen Bedingungen werden solche Riesenformen bei Microfilaria repens nicht beobachtet. (Ueber das von Wellman & Johns berichtete Heranwachsen der Mikrofilarien in künstlichen Medien siehe S. 260/61.)

Bei Mäusen konnte Fülleborn[88] Hundemikrofilarien 67 Tage nach der Einspritzung noch im Lungenblut nachweisen; ca. 3 Wochen lang waren sie auch im peripheren Blute zu finden gewesen.

E. Die Beeinflussung der Blutmikrofilarien durch physikalische Einwirkungen.

1. Eintrocknen.

Ein wirkliches Eintrocknen vertragen die Blutmikrofilarien nicht; ist das Austrocknen noch nicht ein absolutes gewesen, so können sie nach Flüssigkeitszusatz zum Teil wieder Bewegung zeigen, ist die Blutschicht jedoch einige Minuten lang wirklich ausgetrocknet gewesen, so ist dies nicht mehr der Fall[110, 278, 88].

Daß Mikrofilarien der Eintrocknung widerstehen sollten, wie es Manson [zit. n. 110] angenommen haben soll, wäre deshalb wenig wahrscheinlich, weil es ihnen bei ihrer Lebensweise keinen Vorteil bringen würde, wenn sie gleich manchen freilebenden Nematodenlarven sich an eine Austrocknung adaptiert hätten.

2. Aenderungen des osmotischen Druckes.

In der Biologie der Mikrofilarien liegt es anderseits begründet, daß sie sich bis zu einem gewissen Grade Aenderungen des osmotischen Druckes ihrer Umgebung anpassen können, da die Körper-

flüssigkeit der Stechinsekten, die sie bei ihrer Entwickelung passieren müssen, einen geringeren osmotischen Druck besitzt als das Blut der Wirbeltierwirte.

Im Experiment vertragen die Mikrofilarien einen etwa 1 Minute anhaltenden — genaue Zeitangaben wurden nicht notiert — Aufenthalt in sehr stark mit Aqua dest. verdünntem Blute; nach längerer Einwirkung gehen sie darin aber natürlich zugrunde.

3. Temperatureinwirkungen.

Gelindes Erwärmen des Blutes steigert die Beweglichkeit der Mikrofilarien, bei höheren Temperaturen sterben sie in Wärmestarre ab[137], wobei ein Teil, aber nicht alle Exemplare, eine gestreckte Haltung annehmen.

Die Angaben der Autoren über die Lebensdauer der Mikrofilarien bei verschiedenen Temperaturen schwanken im einzelnen, jedoch dürfte feststehen, daß sie sich bei Eisschranktemperaturen viel länger halten als bei höheren Wärmegraden, was übrigens meinen Erfahrungen bei anderen Nematodenlarven (filariforme Strongyloides) entspricht. Offenbar werden bei höheren Temperaturen, bei denen die Würmer ja beweglicher sind, die zur Verfügung stehenden Reservestoffe schneller aufgebraucht und Bahr denkt dabei speziell an den disponiblen Vorrat an Oxyhämoglobin. Außerdem wird das bei höherer Temperatur und nicht sterilem Arbeiten schneller um sich greifende Bakterienwachstum von schädlichem Einfluß sein, wennschon nach Wellman & Johns bei mäßigen Temperaturen (12—28° C) eine Schädigung durch Bakterien anscheinend durchaus nicht immer eintritt*).

Nach Bahr lebten die turnuslosen Mikrofilarien der Fidji-Bancrofti in sterilem Natrum-citricum-Blut bei Temperaturen von 37° nicht über 12 Stunden, bei 40° C gingen sie nach 6 Stunden zugrunde; in Hydrocelenflüssigkeit lebten sie bei tropischer Zimmertemperatur 36 Stunden.

Nach Wellman & Johns lebte Microfilaria immitis bei Zimmertemperatur von 28° C in sterilem defibrinierten Hundeblut 10—12 Tage lang, bei 37° C 3—8 Tage lang; etwa ebenso lange lebten sie anscheinend bei 40° C im mit Dextrose versetzten Hundeserum. Bei 12° C betrug die Lebensdauer in demselben Medium 12 Tage bis 2 Wochen, wobei, wie oben bemerkt, bei 12 bis 28° C — im Gegensatz zu höheren Temperaturen — mit Bakterien infizierte Proben sich nicht ungünstiger verhielten als uninfizierte. Ueber das in diesen „Kulturen" angeblich beobachtete Wachstum der Mikrofilarien siehe S. 260/61.

Nach Fülleborns Erfahrungen sterben bei heimischen Laboratoriumstemperaturen die Mikrofilarien unter dem umrandeten Deckglas meist nach einigen Tagen ab, wennsehon sie sich zuweilen etwa eine Woche lang halten. Bei Eisschranktemperatur ist die Lebensdauer der Mikrofilarien aber eine viel längere, und — durch die Licht-Wärmewirkung der Mikroskopierlampe offenbar ermuntert — geben sie selbst nach Wochen oft noch Lebenszeichen von sich. So konnten bei im Blutserum (in U-Röhrchen) bei Eisschranktemperatur aufgehobenen Perstans noch nach mindestens 4—5 Wochen, bei turnuslosen Samoa-Mikrofilarien sogar noch nach 6—7 Wochen lebende Exemplare nachgewiesen werden[88].

Festes Einfrieren bei den tiefen Temperaturen eines Eiskochsalzgemisches wird etwa 10 Minuten lang ertragen, nach ca. einstündigem Aufenthalt sind aber fast alle Mikrofilarien (Hundematerial) abgestorben[88]; auch Manson[162] bemerkt, daß Mikrofilarien Einfrieren nicht überstehen. Ueber die Wirkung der Temperatur auf die in der Mücke heranreifenden Mikrofilarien s. S. 266 ff.

*) Zu der Angabe der Autoren, daß die Mikrofilarien auch im Mückenmagen Bakterienwachstum zu ertragen hätten, wäre zu bemerken, daß die Mikrofilarien ja nach kurzer Zeit den Magen verlassen, um in die Brustmuskulatur resp. die Malpighischen Gefäße der Mücke einzuwandern.

4. Lichteinwirkung.

Versuche über das Verhalten der Mikrofilarien in vitro gegenüber Lichteinwirkung, die im Hinblick auf den „Turnus" (cf. S. 249) von Interesse wären, ergaben bisher keine verwendbaren Resultate (bei derartigen Experimenten muß natürlich zwischen reiner Lichteinwirkung und der gleichzeitigen, durch die üblichen Lichtquellen bedingten stärkeren Erwärmung unterschieden werden).

5. Röntgenbestrahlung.

Selbst gegen starke Röntgenbestrahlung sind die Mikrofilarien anscheinend nicht merklich empfindlich. Dies gilt ebenso für Hundemikrofilarien[88], wie nach den Experimenten von Wherry & McDill für die Bancrofti-Larven, auch wenn letztere aus dem Blute eines mit Chinin behandelten Patienten stammten, wodurch sie gegen die Bestrahlung „sensibilisiert" werden sollten.

Ueber die Wirkung von Röntgenbestrahlung auf den Turnus, siehe S. 249, auf die erwachsenen Würmer S. 274.

6. Elektrische Ströme.

Gegen galvanische und faradische Ströme scheinen die Mikrofilarien ziemlich unempfindlich zu sein[88].

7. Rheotropismus.

Ein Rheotropismus konnte Fülleborn[80] bei seinen mit Microfilaria repens angestellten Versuchen nicht nachweisen.

F. Chemische Einwirkungen auf die Blutmikrofilarien (Aussichten einer Chemotherapie).

Ueber auf Mikrofilarien wirkende spezifische Immunstoffe wissen wir noch nichts (cf. auch S. 300/01). Ueber die Wirkung von Bakterien-Giften liegen einige Versuche vor, über die auf S. 235 berichtet ist.

Daß stärker einwirkende chemische Substanzen, wie Formalin etc., die Mikrofilarien abtöten, ist selbstverständlich; ebenso vertragen sie nicht den Aufenthalt im gewöhnlichen Wasser sowie im künstlichen Magensaft (0,1 HCl) und im künstlichen Dünndarmsaft[278], wozu sie auch schließlich gar keine Veranlassung haben. Von größerem Interesse sind jedoch die in therapeutischer Hinsicht empfohlenen Chemikalien, deren Wirksamkeit etwas eingehender besprochen werden muß.

Im voraus sei hierzu bemerkt, daß, worauf Bahr mit Recht hinweist, das Verschwinden der Mikrofilarien aus dem peripheren Blute nach der Anwendung eines bestimmten Medikamentes nur dann dessen Wirksamkeit erweist, wenn dieser Effekt bei einer Anzahl von Fällen regelmäßig eintritt; denn die Mikrofilarien können ja auch ohne eine derartige Beeinflussung zeitweise oder dauernd verschwinden (vgl. S. 235).

Außerdem wird man sich auf Grund unserer derzeitigen Kenntnisse kaum einen therapeutischen Effekt versprechen können, wenn es nur gelingt, die Mikrofilarien abzutöten, da diese ja als harmlos gelten. Träfen wir mit unseren Medikationen andererseits nur die eigentlichen Schädlinge, nämlich die erwachsenen Würmer, so

könnten lebende Mikrofilarien darum noch lange Zeit im Blute des Patienten nachweisbar bleiben; selbstverständlich könnte ein Medikament aber auf Larven und erwachsene Würmer gleichzeitig wirken, jedoch würde sich der Tod der erwachsenen Würmer in der Praxis auch dann meist nur dadurch konstatieren lassen, daß die Mikrofilarien auch nach Monaten nicht wieder auftreten, und selbst letzteres wäre nicht einmal ein strikter Beweis für den Tod der Mutterwürmer (vgl. S. 274ff).

Ein Heilerfolg der durch Bancrofti — die anderen Arten kommen praktisch viel weniger in Betracht — bereits verursachten Schädigungen würde aber selbst durch das Abtöten der erwachsenen Würmer höchstens ganz ausnahmsweise zu erwarten sein, da die durch letztere einmal hervorgerufenen Veränderungen des Lymphgefäßsystems und die komplizierenden bakteriellen Infektionen, die ja im Vordergrunde der Bancrofti-Klinik stehen, durch den Tod der Würmer nicht beseitigt werden, und überdies abgestorbene Würmer ebenfalls zu noch weiteren Schädigungen des Lymphgefäßsystems führen können (cf. S. 273 u. 284).

Gegen die im Bindegewebe lebenden Filarienarten (vielleicht auch gegen die Immitis des Hundeherzens) würde eine gegen die erwachsenen Würmer gerichtete Therapie eher Erfolge versprechen. Ueber für die Abtötung erwachsener Würmer in Betracht kommende Verfahren siehe auch S. 274.

Nach den Angaben von Bahr ergab sich bei in vivo ausgeführten Versuchen folgende Reihenfolge der Toxizität für die von ihm bei der turnuslosen Bancrofti-Larve geprüften Stoffe: Antimontartrat, Chinin-bihydrochloricum, Atoxyl; jedoch hatte in hohen Verdünnungen (von 1:10000 bis 20000) nur Antimontartrat einen ausgesprochenen Effekt. Thiroux[258] hebt die stark toxische Wirkung von dem Blute in vitro zugesetzter 1-proz. Malachitgrünlösung hervor; eine ähnliche Wirkung hat bei so starken Konzentrationen übrigens auch Brillantkresylblau (vgl. S. 203) und wohl noch mancher andere Farbstoff.

Nach Leber übt Phenocoll in vitro*) zwar eine schädigende Wirkung auf Mf. bancrofti aus, jedoch kommt diese nach Anwendung per os im Kreislauf selbst nicht einwandfrei zum Ausdruck, obschon ausgesprochene klinische Besserungen einer Reihe von damit behandelten Lymphangitis-Fällen zu verzeichnen waren[123]**). Nach Eingeben von pikrinsaurem Kali beobachtete Scheube bei Bancrofti noch 4 Monate lang in der Zirkulation absterbende und abgestorbene Mikrofilarien, während sich der Fall nach der Medikation klinisch besserte.

Bei einer Reihe von anderen Substanzen, mit denen Filarienträger behandelt wurden, war das Resultat in bezug auf die Abnahme resp. das Verschwinden der Mikrofilarien entweder ganz negativ oder den positiven Angaben einiger Autoren stehen negative anderer Untersucher gegenüber.

So glaubten O'Brien und Lemoine mit Atoxyl eine Beeinflussung der Mf. bancrofti erzielt zu haben, während Phalen & Nichols[203], Bahr und anscheinend auch Cottle (bei Mf. bancrofti), Thiroux[257] (bei einer nicht genauer bezeichneten Mikrofilarie des Menschen)

*) Nach mündlichen Mitteilungen von v. Prowazek sogar in sehr hohen Verdünnungen.

**) Der therapeutische Erfolg könnte aber vielleicht durch die Einwirkung des Medikamentes auf den lymphangitischen Prozeß als solchen, resp. auf die komplizierende Kokkeninfektion zustande kommen, wie es z. B. von Dubruel[60] für seine Eisen-Therapie angenommen wird.

und Külz[117] (bei Mf. perstans) nicht davon berichten konnten; am beweisendsten für die Wirkungslosigkeit des Atoxyls sind aber die Erfahrungen der deutschen ostafrikanischen Schlafkrankheitsexpedition[16], die bei einer mit Perstans überreich infizierten Bevölkerung, von denen viele Hunderte mit Atoxyl ihrer Trypanosomen wegen behandelt wurden, keine Einwirkung des Medikaments auf die Mikrofilarien konstatieren konnte, und ebenso berichtet übrigens auch v. d. Hellen aus dem Schlafkrankheitsgebiet von Togo. — Salvarsan ergab Polleck zit. n. [123] und Werner negative Resultate, während es die von Reichmann als Mikrofilarien aufgefaßten Gebilde nach dessen Ansicht zum Verschwinden brachte (vgl. S. 192); auch das Verschwinden der von Conor nur einmal und ausschließlich im Urin, nicht im Blute seines Patienten beobachteten Würmchen von perstansähnlichem Aussehen nach der Salvarsaninjektion ist nicht unter die beweisenden Funde zu zählen; recht bestimmt lauten die Angaben von P. M. & J. T. Pilcher, nach denen sie nach Salvarsan nicht nur ein Verschwinden der Nocturna aus dem Blute konstatierten, sondern auch eine glänzende Heilung der Chylurie erzielt haben wollen *). — Antimonyl-Anilintartrat (Emétic d'anilin) hatte nach Thiroux[257] und Thiroux & Afreville anscheinend eine Abnahme von Menschen-Mikrofilarien (welche Art ist nicht angegeben) und Hundemikrofilarien, und in einem Falle ein Verschwinden von Perstans zur Folge, während Marchoux bei Microfilaria loa keine Wirkung konstatieren konnte und Phalen & Nichols[203] bei Bancrofti mit Antimontartrat keine klaren Erfolge gesehen haben. Ausschließlich negative Befunde in bezug auf eine Beeinflussung der Mikrofilarien innerhalb der Zirkulation wurden berichtet von Arsenophenylglyzin[101], Chinin[9, 123], Thymol[123], Trypanrot[26], Trypanblau[26] und Methylenblau[123]. Nach einer Notiz bei Railliet[211] sind auch „Antihelminthica, ebenso arsenige Säure und Blausäure in toxischen Dosen bei Immitis unwirksam".

G. Die Anzahl der Mikrofilarien und ihre Verteilung in den einzelnen Organen; ihr Vorkommen in Sekreten und Exkreten.

Die Gesamtanzahl der Mikrofilarien im Blute ist zuweilen ungeheuer groß; Bahr zählte bis 649 Bancrofti-Larven in 16 cmm Hautblut**) und auch Microfilaria loa, perstans, demarquayi und Hundemikrofilarien können in sehr großen Mengen vorhanden sein. Nach Manson[167] würde sich, wenn die Mikrofilarien in der ganzen Zirkulation in gleicher Menge wie im Hautblute vorhanden wären, bei 300—600 Nocturna pro Tropfen des letzteren für den gesamten Körper eine Anzahl von 40—50 Millionen ergeben; Mackenzie berechnete 36—40 Millionen, Whyte 29 Millionen. Die Voraus-

*) Nach diesen Angaben wurde bei einem seit 6 Monaten an Chylurie leidenden Patienten nach 0,6 Salvarsan subkutan der Urin nach 24 Stunden völlig klar — zum ersten Male seit den 6 Monaten —, um nach 68 Stunden wieder intensiv chylurisch zu werden, wobei zahlreiche „erwachsene und embryonale Filarien" entleert wurden; danach hörte die Chylurie auf und nach 4 Std. war nur noch schleimige Trübung vorhanden. Die Mikrofilarien, die bis zum Beginn der Behandlung stets nachts im Blute vorhanden waren, verschwanden nach der Injektion. Die Beobachtungsdauer nach der Behandlung betrug freilich nur 8 Tage!

**) Der Mann zeigte dabei übrigens keinerlei Zeichen einer Filarienerkrankung.

setzungen einer gleichmäßigen Verteilung der Mikrofilarien in der Zirkulation (resp. völliges Fehlen der Nocturna in der Lunge zur Nachtzeit) sind allerdings nicht berechtigt, da, wie Manson zuerst gezeigt hat, die einzelnen Organe des Körpers sehr verschieden große Mengen davon enthalten können.

Die größten Anhäufungen von Mikrofilarien wurden bei allen bisher darauf untersuchten Arten in der Lunge gefunden. Zuerst konstatierte sie Manson dort in großen Mengen bei einem Immitis-Hunde, dann bei einem Bancrofti-Fall, der sich am Tage mit Blausäure vergiftet hatte und brachte diese Befunde mit dem Nocturna-Turnus in Zusammenhang; eine ähnliche Beobachtung machte Low[143]. Aber auch bei der turnuslosen Bancrofti-Larve von Fidji und bei Microfilaria perstans findet man die Mikrofilarien nach den Untersuchungen von Bahr, Low[145] und Feldmann[67] in der Lunge am zahlreichsten und das massenhafte Vorkommen daselbst stellten Fülleborn[80] und Rodenwaldt[226] — dem letzteren verdanken wir die bisher ausführlichsten Untersuchungen über diese Frage — unter anderem für die ebenfalls turnuslose Microfilaria repens des Hundes, fest*).

Berechnet man die Anzahl der in 1 ccm Lungensubstanz befindlichen Mikrofilarien und vergleicht diese Zahl mit der in gleichgroßen Stücken anderer Organe gefundenen, so ergibt sich nach Rodenwaldt für die Lunge schätzungsweise etwa die 10—100-fache Anzahl von Mikrofilarien und das, wenn wir die Organe, in denen sie spärlich sind, nicht einmal in Betracht ziehen; der kleine Kreislauf beherbergt — von den einen „Turnus" innehaltenden Arten einstweilen ganz abgesehen — anscheinend eher mehr als weniger Mikrofilarien als der gesamte große Kreislauf.

Ueber den hohen Mikrofilariengehalt der Lunge ist folgendes zu bemerken: Unter der Voraussetzung, daß die Anzahl der Mikrofilarien in den Arterien und Venen des großen Kreislaufes etwa dieselbe ist (vgl. S. 244), muß jede Systole auch gleich viele Mikrofilarien in die Lungen führen, wie in den großen Kreislauf, und würden die Mikrofilarien nirgends im Gefäßsystem aufgehalten, so würde die Lunge, und ebenso die übrigen Organe, soviel Mikrofilarien enthalten, als ihrem Blutgehalte entspricht. Die Mikrofilarien werden jedoch, wie aus den weiter unten besprochenen Untersuchungen hervorgeht, durch die Kapillaren wie in einem Siebe eine Zeitlang zurückgehalten, und da in der Lunge ein ebenso großes Blutquantum „ausgesiebt" wird, wie in dem großen Kreislauf, letzterer aber — schon wegen seiner vielen großen Gefäßstämme — erheblich mehr Blut enthält als der kleine Kreislauf, so werden in einem bestimmten Quantum Lungenblut (d. h. das Blut der Kapillarzone und der größeren Gefäße gemischt gedacht) durchschnittlich mehr Mikrofilarien vorhanden sein können, als in demselben Quantum des übrigen Körperblutes. Berechnen wir die Mikrofilarienanzahl mit Rodenwaldt pro 1 ccm Gewebe, so kommt hinzu, daß in einem solchen Stück Lunge bei ihrem Gefäßreichtum mehr Blut vorhanden ist, als in einem ebensogroßen Stück anderen Körpergewebes.

Allerdings bedingt der stärkere Blutgehalt eines Organs, wie Rodenwaldt zeigt, noch keineswegs auch einen entsprechenden Mikrofilarienreichtum gegenüber einem anderen blutärmeren Organe, sondern es kommen offenbar vor allem die Durchgängigkeitsverhältnisse der Kapillarzonen in Betracht; in der Lunge

*) Nach einer Angabe von Bahr waren sie bei einem an Dirofilaria immitis verstorbenen Hunde in der Leber und im Herzen zahlreicher als in der Lunge; vgl. hierzu aber S. 243. Nach meinen persönlichen Erfahrungen, die mit der oben erwähnten Angabe von Manson übereinstimmen, scheint sich Immitis nicht anders zu verhalten als die übrigen Mikrofilarien.

mag die durch das Atmen bewirkte periodische Kompression der Kapillaren vielleicht das Festsetzen der Mikrofilarien besonders begünstigen*).

Wäre die Anzahl der Mikrofilarien im kleinen Kreislauf größer als im gesamten großen Kreislauf, so würde dies jedenfalls bedeuten, daß sie sich in den Lungenkapillaren durchschnittlich länger als in denen des übrigen Körpers aufhalten, bevor sie wieder in die freie Zirkulation geraten. Diese Voraussetzung trifft, wie angedeutet, vielleicht schon für die turnuslosen Arten zu, und ist für die einen „Turnus" einhaltenden zum mindesten für die Zeit, wo man sie nicht im Hautblute antrifft, sehr wahrscheinlich (siehe S. 245 ff.).

In den einzelnen Organen des großen Kreislaufs wurden die Mikrofilarien, wie oben angedeutet, nicht gleichmäßig verteilt gefunden und ihre Anzahl entsprach ferner auch keineswegs dem Blutgehalt der einzelnen Organe; stets fand sie Rodenwaldt aber vorzugsweise im Kapillargebiete und nicht in den größeren Gefäßen des großen Kreislaufs, und dasselbe dürfte in vivo auch für den kleinen Kreislauf zutreffen.

Im einzelnen wäre noch folgendes zu bemerken:

Die Zählresultate von Manson[167] bei dem Nocturna-Träger, der sich am Tage mit Blausäure vergiftet hatte und die von Rodtenwaldt[226] **) stimmen für die einzelnen Organe nicht ganz überein und ebenso nicht die des letzteren bei seinen verschiedenen Fällen (einem Beriberi-Chinesen, dessen Nocturnaturnus infolge langer Krankheit verwischt war, ferner zwei an interkurrenten Krankheiten verstorbenen Repens-Hunden) ermittelten. Dies mag einerseits der Schwierigkeit, bei der Auszählung von Schnitten genauere Resultate zu erhalten, zur Last fallen, mehr aber wohl noch auf tatsächlich vorhandene Differenzen zurückzuführen sein. Ganz einwandsfrei sind die an toten Individuen gewonnenen Resultate aber überhaupt nicht, sondern man müßte mit lebendem Material arbeiten. So findet man bei Sektionen die Mikrofilarien in größeren Mengen auch im Herzen und den ihm benachbarten Gefäßbezirken, doch kommen sie — wie aus der Auszählung von Fülleborn[80] bei einem Filarienhunde in vivo durch Herzpunktion entnommenem Blute ersichtlich — erst nach dem Tode (Sauerstoffmangel? cf. Anm. *) aus der Lunge in solchen Massen dorthin, was auch Rodenwaldt annimmt. Offenbar werden beim lebenden Individuum aber auch die großen Lungengefäße, die man bei Sektionsmaterial mit Mikrofilarien vollgestopft findet, nicht mehr davon enthalten als das Blut der übrigen großen Gefäße, wie ich im Gegensatz zu Rodenwaldt bemerken möchte: denn das Blut der Lungenarterien kann nicht mehr Mikrofilarien haben, als das aus dem größen Kreislauf stammende venöse Blut des rechten Herzens und das Lungenvenenblut nicht mehr als das der Arterien des großen Kreislaufes, es sei denn, daß die Mikrofilarien aktiv gegen den Blutstrom der großen Lungengefäße anschwimmen oder sich gegen ihn in diesen behaupten könnten, was mir nicht plausibel erscheint.

Der auffällig starke Mikrofilariengehalt, den sowohl Manson wie Rodenwaldt für den Herzmuskel angeben, dürfte dieselbe Erklärung finden, wie die Häufigkeit der Mikrofilarien im Herzen selbst[226]; daß der Tod des Manson'schen Falles an Blausäure erfolgte, wäre nach den diesbezüglichen Bemerkungen von Rodenwaldt kein Gegenbeweis, da der Tod an Blausäure nicht immer momentan erfolgt.

*) Man könnte bei den eigenartigen Beziehungen, die manche Nematodenlarven, wie Ankylostomum und Strongyloides, zu den Lungen haben, auch daran denken, daß die Mikrofilarien in dem sauerstoffreichen Medium der Lungen Bedingungen vorfinden, die denen, unter welchen ihre freilebenden Ahnen (im phylogenetischen Sinne) existierten, verwandt sind, und sich daher vorzugsweise gerade dort aufhalten, obschon sie in der Lunge keine Chance finden, von den für ihre Weiterentwickelung nötigen Stechinsekten aufgesogen zu werden (cf. aber auch S. 250, Anm.).

**) Ueber die Technik der Schnittuntersuchung siehe bei Rodenwaldt[226]. Zählungen nach Blutausstrichen resp. „dieken Tropfen-Präparaten" aus Organen sind, wie Rodenwaldt betont, für genauere Untersuchungen nicht verwendbar, da die ja hauptsächlich in den Kapillaren steckenden Mikrofilarien nur zum Teil bei dieser Methode erhalten werden.

In der Niere*) und der Leber sind die Mikrofilarien nächstdem am häufigsten und Rodenwaldts Berechnungen ergeben für 1 ccm Nierensubstanz — trotzdem davon ja nur ein Bruchteil auf die Blutbahnen kommt — eine etwa 5-fach höhere Anzahl, als in 1 ccm des durch Hauteinstich am Lebenden gewonnenen Blutes enthalten waren**). In der Niere passieren die Mikrofilarien merkwürdigerweise ungestraft durch die Schlingen der Glomeruli, während man in den Markkegeln oft abgestorbene und verkalkte Exemplare findet[226]; ebensolche kommen auch in der Leber vor[226].

In der Kapillarzone des Gehirns sind die Mikrofilarien recht reichlich, spärlich dagegen nach Rodenwaldts Material in den Kapillaren der Darmzotten; ganz vereinzelte fand Low[145] bei Perstans-Ausstrichen von Pankreasblut, und in Hodenschnitten der turnuslosen Fidji-Bancrofti vermißte Bahr sie ganz. In den blutreichen, blutbildenden Organen werden auffallenderweise ebenfalls relativ wenig Mikrofilarien gefunden. In der Milz sind sie nach Rodenwaldt anscheinend etwa in der Menge vorhanden wie im Blute des Hauteinstiches; auf Mansons Schnitten wurden im Gegensatz zu seinen Ausstrichen sogar gar keine entdeckt, doch sah auch Bahr Mikrofilarien in den Kapillaren der Milzpulpa; Low fand keine in Milzausstrichen seines Perstans-Falles. Im Knochenmark fanden Manson und Rodenwaldt auf Ausstrichen von Microfilaria-bancrofti-Fällen überhaupt keine Mikrofilarien***).

Auch die „Untersuchung von Drüsen von den verschiedensten Körperstellen" ergab nach Rodenwaldt das Fehlen von Mikrofilarien, und zwar sowohl für seinen Chinesen wie für die beiden von ihm untersuchten Hunde; versteht er darunter, wie ich annehme, Lymphdrüsen, so ist diese Angabe in Uebereinstimmung mit Lows negativen Befunden bei Perstans (vgl. jedoch Anm. ***). Ouzilleau fand bei in vivo ausgeführten Lymphdrüsenpunktionen ebenfalls keine Microfilaria perstans und selten Microfilaria loa; aber bei Volvulus-Trägern waren nach seinen Angaben regelmäßig Microfilaria volvulus in den Leistendrüsen, selten auch in anderen Lymphdrüsen vorhanden (vgl. jedoch S. 320/21). Bei der Punktion von pathologisch veränderten Bancrofti-Drüsen werden in diesen natürlich ebenso wie in lymphatischen Ergüssen Bancrofti-Larven gefunden[9].

In dem Placentarblute einer stark mit Microfilaria bancrofti infizierten Frau konnte Bahr keine einzige Microfilaria entdecken; ebenso waren auch Neugeborene solcher Mütter mikrofilarienfrei, und dieselbe Beobachtung machte Fülleborn mehrfach bei Hunden†). (Ueber die Möglichkeit einer erblichen Uebertragung von Filarien siehe auch S. 271.)

Was die Verteilung der Mikrofilarien auf Arterien und Venen anbelangt, so wäre zu bemerken, daß nach Rodenwaldts Untersuchungen (zum Teil auch an einwandsfrei in vivo gewonnenem und dann geschnittenem Hautmaterial) ein Unterschied in bezug auf die Venen und Arterien des großen Kreislaufes bei Microfilaria repens nicht konstatiert werden konnte††). Das ist wenigstens bei einer „turnuslosen" Art, auch theoretisch plausibel: denn würden von den größeren Gefäßen konstant mehr Mikrofilarien abgeschwemmt als zugeschwemmt oder umgekehrt, so müßte sich das Verhältnis zwischen der Mikrofilarienanzahl im Kapillargebiet des großen und kleinen Kreislaufes gegenseitig

*) Auffallenderweise sind sie von Bahr in den Nierenschnitten des von ihm untersuchten Bancrofti-Falles nicht gefunden worden, dagegen bei einem Immitis-Hunde. Bei solchem Material erhob auch Fülleborn[88] Rodenwaldt bestätigende Befunde.

) Der Mikrofilariengehalt von Hautblutproben dürfte dem der Hautarterien und Venen etwa entsprechen (cf. S. 252, Anm. *), da die Kapillaren die Mikrofilarien ja mehr oder weniger festhalten; vgl. jedoch auch S. 245 oben.

***) Bei einem jüngst untersuchten Immitis-Hunde fanden Fülleborn & Bach die Mikrofilarien aber sowohl im Knochenmark als auch in den Lymphdrüsen; offenbar sind die Mikrofilarien, wenn auch in verschieden großer Anzahl, überhaupt in allen Organen vorhanden, da sie ja mit der Zirkulation überall hingetragen werden.

†) Leuckhardt zitiert in diesem Zusammenhange, auch Chaunot; bei den „Hämatozoen", die jener nur in der Mutterratte aber nicht in ihren Embryonen fand, dürfte es sich aber um Trypanosomen gehandelt haben.

††) Wenn Manson bei seinem Nocturna-Falle in der Aorta mehr Mikrofilarien fand als in der Armvene, so dürfte das eine erst post mortem eingetretene Erscheinung sein, deren Erklärung oben gegeben wurde.

so lange verschieben, bis eines der beiden Kapillardepots aufgebraucht wäre, und nun nur noch soviel Mikrofilarien fortgetragen werden könnten als zuströmen.

Genauere Vergleichungen des Mikrofilariengehaltes für das Gefäß- und Kapillargebiet der Haut liegen leider nicht vor; sie wären deshalb besonders erwünscht, weil wir bei Mikrofilarien-Untersuchungen ja fast immer nur Hautblut benutzen. Es ist aber verständlich, daß je nachdem in unseren Präparaten außer dem Blut kleiner Arterien und Venen (cf. S. 244, Anm. **) zufällig mehr oder weniger Inhalt der vermutlich auch in der Haut besonders mikrofilarienreichen Kapillarzone mit ausgepreßt ist — wobei unter anderem wohl auch die gefäßerweiternde Wirkung der Temperatur mitsprechen könnte — die Anzahl der in gleichen Quanten Hautblut gefundenen Mikrofilarien schwanken kann; Bahr und Marchoux konstatierten auch solche Schwankungen bei Serienzählungen gleich großer und zu gleicher Zeit entnommener Mengen von Hautblut. Trotzdem sprechen die regelmäßigen Zahlen, die man bei „Turnus-Untersuchungen" erhält, eigentlich in dem Sinne, daß diese Fehlerquelle in der Praxis nicht allzu erheblich sein dürfte (cf. auch Lit. Nr. 88).

Im normalen Lymphgefäßsystem scheinen die Mikrofilarien nicht zahlreich zu sein (obschon die Larven nicht nur bei Filaria bancrofti, sondern offenbar auch bei den im Bindegewebe lebenden Filarienarten nach ihrer Geburt zuerst in die Lymphgefäße geraten werden); wenigstens sprechen die auf voriger Seite angegebenen Befunde in diesem Sinne.

Fassen wir die obigen Resultate kurz zusammen, so ergibt sich, daß die Mikrofilarien hauptsächlich in den Blutkapillaren, und zwar vor allem in der Lunge vorhanden sind.

Die Mikrofilarien können auch mit Sekreten und Exkreten aus dem Körper entleert werden und wurden im Urin, Speichel und Conjunctivalsekret gefunden.

Das Vorkommen von Bancrofti im chylurischen Urin gehört, genau genommen, nicht hierher, da es sich dabei nur um durch Bersten von Lymphgefäßen in die Blase oder die höher gelegenen Abschnitte des Harnapparates in den Urin geschwemmte Larven handelt (cf. S. 285); ebenso dürften vielleicht die Microfilaria-bancrofti-Befunde im Conjunctivalsekret[123], resp. in „Tränen und im Sekret der Meibomschen Drüsen" (Lewis zit. n. 199 S. 13) zu erklären sein. Aber auch die Mikrofilarien von Loa, die keine solche pathologischen Veränderungen des Lymphgefäßsystems verursachen, sind im Urin und ebenso im Speichel gefunden worden[134, 18], während ich allerdings die Angaben von Conor über eine perstans-ähnliche Wurmlarve im Urin — im Blute des Patienten waren keine Microfilaria perstans nachweisbar — nicht als beweisend für das Vorkommen von Perstans im Urin gelten lassen möchte.

H. Der „Turnus" der Blutmikrofilarien.

Das interessanteste, aber auch schwierigste Problem der Filarienforschung ist die Frage nach dem Zustandekommen des „Turnus", d. h. der Tatsache, daß manche Mikrofilarienarten ausschließlich oder doch in auffällig überwiegender Mehrzahl Tag für Tag zu ganz bestimmten Zeiten in der peripheren Zirkulation erscheinen, um dann wieder zeitweise daraus zu verschwinden.

Seitdem der Altmeister der Mikrofilarienforschung, Sir Patrick Manson, das merkwürdige zyklische Auftreten einer nur im Nachtblute erscheinenden Nocturna im Jahre 1879 entdeckt und später dann das entgegengesetzte Verhalten für die Diurna festgestellt hatte, während bei seiner Perstans ein solcher „Turnus" nicht vorhanden war, hat diese Erscheinung dauernd das Interesse der Aerzte und Biologen gefesselt und natürlich fehlte es nicht an Versuchen, das Phänomen zu erklären.

Bevor wir auf letztere eingehen, sei über das berichtet, was an tatsächlichen Beobachtungen in dieser Hinsicht vorliegt.

Als feststehend können wir betrachten, daß bei dem „Turnus" eine Wechselwirkung zwischen Parasit und Wirt vorliegt. Die Grundbedingung ist aber, daß wir es mit einer Filarienvarietät zu tun haben, welche überhaupt sozusagen in der Lage ist, unter geeigneten Umständen einen Turnus innezuhalten. Dies trifft für die Mikrofilarien des Menschen*) nach den bisherigen Beobachtungen für Microfilaria diurna (die Loa-Larve), und für die Nocturna-Varietät der Bancrofti — nicht für alle Bancrofti-Larven, z. B. nicht für die mancher Südseeinseln — zu, und nach einigen Angaben vielleicht in gewissem Maße auch für Perstans (vgl. S. 247); bei Demarquayi konnte bisher kein turnusartiges Auftreten nachgewiesen werden, doch verhält sie sich vielleicht wie Perstans.

Im einzelnen wäre hierüber folgendes zu bemerken: Daß bei Microfilaria loa ein gut ausgesprochener, wenn schon zuweilen in Unordnung geratender „Diurna-Turnus" die Regel ist, scheint nach den Angaben der meisten Autoren gesichert zu sein. Ob es auch eine konstant turnuslose Loa-Larve gibt, ähnlich wie eine turnuslose Bancrofti, welche die Fälle erklären würde, bei welchen ein Turnus bei Trägern von Loa-Larven nicht nachweisbar schien[170], sei dahingestellt, doch dürfte eine solche Annahme einstweilen nicht notwendig sein.

Die Turnuslosigkeit von großen, gescheideten Südsee-Mikrofilarien, die wir nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse als Bancrofti ansprechen müssen (vgl. S. 228), kennen wir seit Thoppes Untersuchungen und besonders nach den hierfür grundlegenden Arbeiten von Bahr; daß die Turnuslosigkeit dieser Filarien mit der Rasse, welcher der Wirt angehört, nichts zu tun hat, sondern eine den Filarien als solchen zukommende Eigentümlichkeit ist, wurde durch Bahr erwiesen.

Anscheinend ist der Nocturna-Turnus der Bancrofti auch in Ostafrika[63] und Westafrika[2, 285, 258 **]) weniger ausgesprochen als in Ostasien, wennschon die Untersuchungen, die Connal bei Lagos-Eingeborenen und Leger im Gebiet des oberen Sencgal und Niger angestellt haben, einen ausgeprägten Nocturna-Turnus auch für Westafrika ergeben, und ebenso die Bancrofti Aegyptens einen Nocturna-Turnus innehält[162, 138]; selbst Annett, Dutton & Elliott, die Hauptvertreter der Ansicht, daß der Nocturna-Turnus in Westafrika weniger ausgesprochen sei als in Ostasien, bringen einige Beispiele von klarem Nocturna-Turnus bei Westafrikanern, während er nach Thiroux[258] immerhin in 42 Proz. vorhanden ist. Ob in Afrika zwei scharf voneinander zu trennende Bancrofti-Varietäten, eine mit und eine ohne Turnus vorkommen, wie dies in der Südsee der Fall ist — wo wir die Nocturna-Bancrofti auf den Salomonen und anscheinend auch im Bismarckarchipel, dagegen auf den benachbarten Fidji-

*) Nach Manson[261] und Sonsino zit. n. 211 zeigt auch Mikrofilaria immitis der Hunde einen, wenn auch weniger ausgesprochenen (Manson sagt „Filaria immitis, whose embryos seem to observe a modified periodicity") Nocturna-Turnus. Ich kann meine frühere Behauptung[80], daß er bei Immitis fehle, natürlich nicht mehr aufrechterhalten, nachdem Railliet & Henry[213, 214] die Filarienart, mit der ich arbeitete, jüngst als eine besondere Species von Immitis abgetrennt haben, und ich kann daher die Turnuslosigkeit nur für die Microfilaria repens des Hundes konstatieren, was Rodenwaldt[226] übrigens bestätigt.

Bei einer morphologisch von Repens unterscheidbaren Mikrofilarie unserer Versuchshunde, die möglicherweise Immitis ist — bei der ganzen Anzahl von ähnlichen Arten, die beim Hunde in Betracht kommen, ist das bei Lebzeiten des Hundes nicht sicher zu entscheiden — fand Rodenwaldt[226] „einen gewissen, wenn auch nicht absolut ausgesprochenen Turnus". Vielleicht ist ein gewisser Turnus auch bei einer Kamelmikrofilarie vorhanden[127, 172].

**) Freilich werden in denjenigen Gegenden Westafrikas, wo gleichzeitig Loa vorkommt, Verwechselungen zwischen den Larven beider Arten vorgekommen sein, wodurch bei Doppelinfektionen eine anscheinende Turnuslosigkeit vorgetäuscht werden muß. Genaue Zählungen aus Ostafrika liegen noch nicht vor, so daß man das Vorhandensein einer wirklich ganz turnuslosen afrikanischen Bancrofti wohl überhaupt noch nicht als gesichert ansehen kann.

Inseln und auf Samoa eine turnuslose Bancrofti-Varietät haben[9, 87] — wissen wir noch nicht; es wäre aber ja auch denkbar, daß eine nach beiden Richtungen hin nicht gefestigte Uebergangs-Varietät vorhanden wäre (cf. aber S. 246, Anm. **).

Ueber Microfilaria perstans, bei der nach der herrschenden Ansicht kein Turnus nachweisbar ist, bemerkt THIROUX[258], daß sie eine Neigung zu nächtlicher Periodizität zu haben scheine*) und fügt folgendes hinzu: „Nous pensons, d'après nos observations, que lorsque la journée est fraîche, F. perstans a plus de tendance à se montrer pendant la nuit dans la circulation, tandis qu'au contraire on l'observe plutôt dans la journée au moment des fortes chaleurs, comme au cours d'une journée de vent d'Est ou d'Armatan, par exemple, avec des températures dépassant 40°. Il n'y a peut-être là, d'ailleurs, qu'un phénomène lié à une activité plus grande de la circulation ou à une vasodilatation, provoquée par le sommeil ou la température extérieure." (Vgl. hierzu S. 245 oben.)

Microfilaria demarquayi hält, so weit wir wissen, keinen bestimmten Turnus inne; allerdings ist GALGAY geneigt, für Demarquayi einen, wenn auch nur gelegentlich auftretenden nächtlichen Turnus anzunehmen.

Die turnuslosen Mikrofilarien sind übrigens zwar auch nicht zu allen Stunden in gleicher Menge vorhanden — indem im Verlauf eines Tages bald mehr, bald weniger gezählt werden und sie zeitweise auch ganz fehlen können[44] — aber diese Differenzen sind ganz unregelmäßig und stehen in keiner Beziehung zu bestimmten Tageszeiten.

Ist also das Auftreten des Turnus einerseits an eine bestimmte Filarienart resp. Varietät gebunden, so ist andererseits auch das Verhalten des Wirtes für das Zustandekommen des Turnus nicht gleichgültig.

Speziell bei der Nocturna-Bancrofti pflegt die Mikrofilarie bei regelmäßiger Lebensweise des Trägers gegen 5 bis 6 Uhr abends — also noch vor dem Schlafengehen — aufzutreten, um gegen Mitternacht ad maximum (zuweilen gegen 600 Stück in einem Präparate) im peripheren Blute vorhanden zu sein und gegen 8 bis 9 Uhr morgens wieder zu verschwinden[162], oder doch wenigstens während der Tageszeit erheblich spärlicher zu sein als des Nachts. Sind zahlreiche Mikrofilarien vorhanden, so kann man freilich die „Nocturna" in einer zwar absolut hohen, wennschon relativ geringen Anzahl auch zu allen Stunden am Tage im peripheren Blute antreffen (und Analoges gilt für Diurna), was der Kliniker nicht vergessen sollte!

Die eben angegebenen Zeiten für das Auftreten und Verschwinden von Nocturna-Bancrofti sind übrigens bei allen Individuen nicht die gleichen; so tritt die Nocturna nach EVE & MC CARTIE zuweilen erst um 8—10 Uhr abends auf und auch nach ANNETT, DUTTON & ELLIOTT sowie nach WHYTE sind die Nocturnae nicht immer genau um Mitternacht, sondern zu anderen Nachtstunden bei einzelnen Individuen am zahlreichsten, während nach WHYTE von ein und demselben Nocturna-Träger seine persönlichen Turnuszeiten anscheinend regelmäßig innegehalten zu werden pflegen**).

Dies alles gilt aber nur, wenn der Träger unter normalen Bedingungen sich befindet. Krankheiten bringen den Turnus in Unordnung und ebenso gelingt es durch Umkehren der gesamten Lebensweise des Trägers den Nocturna-Turnus direkt in sein

*) Auch aus den Tabellen von LEGER ergibt sich ein geringes Ueberwegen der Perstans für das Nachtblut, und zwar sowohl zur Trocken- wie zur Regenzeit.

**) Daß die Mikrofilarien innerhalb längerer Untersuchungsperioden verschwinden resp. an Zahl abnehmen können, um dann wieder aufzutreten, wurde bereits Seite 235 erwähnt, hat aber mit dem „Turnus" nichts zu tun. Ueber die Möglichkeit eines „jahreszeitlichen Turnus" siehe S. 295/96.

Gegenteil zu verkehren. Läßt man, wie dies zuerst MACKENZIE und dann MANSON[162]*) getan haben, den Nocturnaträger am Tage schlafen und nachts wachen, so verschwinden nach einigen Tagen die Mikrofilarien aus dem Nachtblute und treten dafür am Tage auf, um ebenso nach einigen Tagen wieder „normal" zu werden, wenn die Person zu ihrer gewöhnlichen Lebensgewohnheit zurückkehrt. Jedoch wird nach MANSON der Turnus nicht beeinflußt, wenn man die Versuchsperson

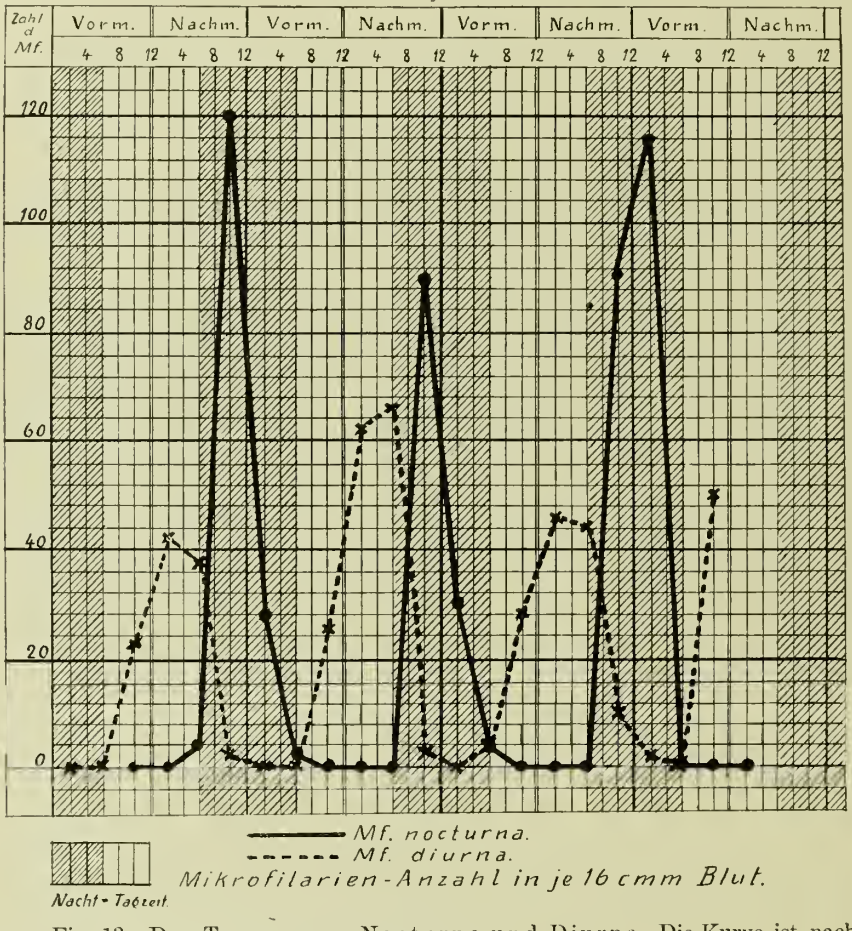


Fig. 13. Der Turnus von Nocturna und Diurna. Die Kurve ist nach zwei von BAHR[9] ausgezählten Fällen gezeichnet.

einige Tage lang, nur möglichst lange schlafen resp. möglichst lange wachen läßt.

Nach MANSON[162] verwischt sich der Turnus dagegen, wenn man die Nocturna-Träger einige Tage lang in kurzen Zeiten abwechselnd schlafen und wachen läßt, und dies erklärt wohl zum Teil auch die größere Unregelmäßigkeit des Turnus bei Hospitalpatienten gegenüber Gesunden. (Ueber den Einfluß von Fiebertemperaturen siehe weiter unten.)

*) Siehe hierzu auch die unter Nr. 2 zitierte Arbeit, Seite 59.

Dagegen genügt diese Erklärung im Gegensatze zu den Auschauungeu vou Thorpe und anderen für den Periodizitätsmangel der turnuslosen Südsee-Bancrofti-Mikrofilarien nicht, da letztere auch dann ohne Turnus bleiben, wenn die Filarienträger notorisch normal leben, wie Fülleborn[87] zeigen konnte. Auch für Afrika kauu mau iu Anbetracht der Tatsache, daß Annett, Dutton & Elliott ihre Befunde bei gezwungenerweise äußerst regelmäßig lebenden farbigen Kettengefangenen erhoben, den von den Autoren berichteten Turnusmangel nicht durch unregelmäßige Lebensweise erklären*), zumal im Hinblick auf die Angaben von Green, der bei den zu uuregelmäßiger Lebensweise dienstlich genötigteu Polizeibeamten Kalkuttas dennoch einen streng inne gehaltenen Nocturna-Turnus konstatieren konnte.

Die Stunde der Mahlzeit beeinflußt den Nocturna-Turnus uicht[162] und nach einer Notiz bei Castellani & Chalmers auch nicht die Pulszahl des Filarienträgers und die Körpertemperatur**), während nach Manson[162] Fiebertemperaturen den Nocturna-Turnus anscheinend in Unordnung bringen.

Nach der herrschenden Ansicht wären auch die meteorologischen Faktoren, wie Licht***), Luftdruck und Außentemperaturen ohne Einfluß auf das Erscheinen der Mikrofilarien im Hautblut. Daß solche meteorologische Einflüsse aber doch eine Rolle spielen könnten, dafür scheinen die folgenden Beobachtungen zu sprechen: Connal fand bei den reichlich mit Bancrofti, Loa und Perstans infizierten Lagos-Eingeborenen im Februar, d. h. auf der Höhe der Trockenzeit, einen fast doppelt so hohen Prozentsatz Mikrofilarienträger als an deren Anfang im November und an deren Ende im April; leider erstrecken sich die Beobachtungen des Autors nicht über das ganze Jahr. Nach Leger ist allerdings in der Trockenzeit und Regenzeit nahezu gleichviel Perstans vorhanden, während die auf Seite 247 zitierten Angaben von Thiroux für eine Beeinflussung der Perstans durch Witterungseinflüsse sprechen. Endlich gibt Marchoux an, daß er bei der Beobachtung eines Diurna-Falles während des europäischen Winters eine erhebliche Verminderung der Mikrofilarien gegenüber der warmen Jahreszeit gefunden habe.

Freilich beweist andererseits eine vermehrte Mikrofilarien-Anzahl einer Hautblutprobe bei höheren Außentemperaturen noch nicht, daß die Mikrofilarien darum auch wirklich zahlreicher in der Haut vorhanden sind: vasomotorische Einflüsse in Verbindung mit einem ungleichen Mikrofilariengehalt für die Kapillaren einerseits und die kleinen Arterien und Venen der Haut andererseits, könnten, auch ohne daß die Anzahl der tatsächlich in der Haut vorhandenen Mikrofilarien sich änderte, Verschiedenheiten in der Mikrofilarien-Anzahl einer Hautblutprobe bewirken (cf. Seite 245).

In gewissem Gegensatz zu den obigen Angaben, die darauf hindeuten würden, daß man bei höheren Außentemperaturen mehr Mikrofilarien im Hautblute findet als bei tieferen, stehen die Beobachtungen von Tanaka, der in kalten Bädern einen sehr erheblichen Anstieg der Nocturna-Anzahl der Hautblutprobe konstatierte, während warme Bäder keinen Einfluß auf die Mikrofilarienanzahl ausübten; kalte und warme Bäder sind in diesem Zusammenhange freilich nicht ohne weiteres gleichbedeutend mit einer erhöhten oder erniedrigten Lufttemperatur†) und Tanaka selbst führt die Erscheinung auch nicht auf die Temperatur, sondern auf eine durch das kalte Bad bewirkte Blutdrucksteigerung zurück. Nach demselben Autor scheint übrigens vielleicht auch Röntgenbestrahlung der Haut (im Gegensatz zum Sonnenlicht) einen Einfluß auf die Mikrofilarienanzahl des Hautblutes, und zwar im Sinne einer Abnahme hervorzurufen.

*) Vergl. jedoch S. 246, Anmerkung **).

**) Von einer Kamelmikrofilarie wird berichtet[172], daß sie nur während eigenartiger 5—7-tägiger Fieberstadien der Tiere in deren Blute nachweisbar sei, um in den fieberfreien Pausen daraus zu verschwinden.

***) Eine Besprechung der Mansonschen älteren Versuche über den Einfluß von Licht und Dunkelheit auf den Turnus ist in der unter [276] zitierten Arbeit enthalten.

†) Wie kompliziert die Verhältnisse bei Einwirkung höherer Lufttemperaturen auf die Haut liegen können, geht z. B. daraus hervor, daß Nocht die Körpertemperatur bei Tropenhitze und anstrengenden Märschen — offenbar infolge einer Ueberkompensation durch die Schweißsekretion — sogar erniedrigt fand (vgl. hierzu auch Nagel, Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. 1, S. 736, Anm. 1).

Die Loa-Larve pflegt nach Manson[162] gegen 9—10 Uhr morgens zu erscheinen, bis gegen 1—2 Uhr mittags zuzunehmen und gegen 9—10 Uhr abends zu verschwinden. Aber auch die einzelnen Diurna-Träger verhalten sich in bezug auf die Stunde des Auftretens des Maximums und Wiederverschwindens der Mikrofilarien nicht ganz gleich[2, 88, 258] und häufig finden wir die Loa-Larve auch zu Zeiten im peripheren Blute, in denen sie als „Diurna" daselbst nicht vorhanden sein sollte[44]; daß auch über völligen Turnusmangel bei Loa-Mikrofilarien berichtet wird[170], wurde bereits S. 246 erwähnt.

Obschon es Manson[167] nicht gelang, den Turnus bei der Loa-Larve umzukehren, wenn man den Diurna-Träger längere Zeit hindurch nachts wachen, am Tage schlafen ließ, so scheint es dennoch wohl nicht ausgeschlossen, daß gewohnheitsmäßiges Frühaufstehen und Zubettegehen von Einfluß auf die Stunde des Erscheinens der Mikrofilarie ist[88]. Bei Kranken scheint auch der Diurna-Turnus Störungen zu erleiden[88].

So viel über das vorliegende Beobachtungsmaterial. Was die Versuche, auf Grund des letzteren das Turnusproblem zu klären, anbelangt, so ist es leider keiner der bisher aufgestellten Hypothesen gelungen, einen Beweis der Richtigkeit zu erbringen.

Wenn man mit Bancroft und Manson auch anerkennen muß, daß es, von einem teleologischen Standpunkte aus betrachtet, für die Bancrofti-Nocturna-Larve offenbar zweckmäßig ist, in der Nacht, wo die übertragenden Mücken besonders stechlustig zu sein pflegen, in der peripheren Zirkulation zu erscheinen, und wenn ferner auch das Verhalten der durch am Tage stechende Fliegenarten übertragenen Diurna, sowie die Beobachtungen von Bahr, daß die turnuslose Bancrofti-Mikrofilarie von Fidji durch eine nur am Tage saugende Mücke übertragen wird, diese Betrachtungsweise stützt, so ist anderseits doch wieder nicht einzusehen, warum Nocturna und Diurna gleich den turnuslosen Arten nicht sowohl bei Tage als bei Nacht im peripheren Blute kreisen. Man könnte vom teleologischen Standpunkte die Fragestellung jedenfalls auch so formulieren: Warum für Nocturna das Verschwinden aus dem Tagesblut und für Diurna aus dem Nachtblut zweckmäßig gewesen ist*).

Als geradezu „unzweckmäßig" muß es einstweilen erscheinen, daß eine so große Zahl von Mikrofilarien sich immer gerade in den Lungenkapillaren aufhält, wo sie keinerlei Gelegenheit haben, überhaupt von Stechinsekten aufgenommen zu werden (siehe aber Anm. *); eine von Fülleborn[80] zur Erklärung aufgestellte Arbeitshypothese, nach welcher die Mikrofilarien in den Lungenkapillaren heranreiften, und nur die übertragungsreifen Exemplare in die periphere Zirkulation gerieten, konnte nach seinen weiteren Experimenten jedenfalls nicht aufrecht erhalten werden[88].

*) Allerdings involviert diese Fragestellung die naheliegende, aber nicht erwiesene Annahme, daß die Turnuslosigkeit das Primäre, die komplizierte Anpassung an die Zwischenwirte das Sekundäre ist. Im Hinblick auf den starken Mikrofilariengehalt der Lunge könnte man sich vorstellen, daß ein zeitweises längeres Verweilen der Mikrofilarien in der sauerstoffreichen Lunge für diese notwendig sei (cf. auch S. 243, Anm. *) und daß die besser an den Zwischenwirt adaptierten Arten, dies „zweckmäßig" gerade in der Zeit tun, wo sie im peripheren Blute ja doch keine Chancen für Insektenübertragung finden. Aber das sind einstweilen nur vage Spekulationen.

Wenn es aber auch gelingen sollte, vom teleologischen Standpunkte aus alles restlos zu verstehen, so würden wir damit natürlich noch absolut keine Erklärung des Phänomens gefunden haben; denn erklärt hätten wir es erst, wenn wir festgestellt hätten, durch welche Einwirkung physikalischer oder chemischer Natur der Turnus zustande kommt.

Sehr erschwert werden Untersuchungen in dieser Richtung dadurch, daß bisher keine Laboratoriumstiere zur Verfügung stehen, bei deren Mikrofilarien der Turnus so ausgesprochen ist wie bei Nocturna und Diurna, so daß wir vielfach nur auf die Beobachtungen an Menschen, an denen sich eingreifendere Experimente ja verbieten, angewiesen sind.

Um zu einer greifbareren Fragestellung zu gelangen, ist es zweckmäßig, zu erwägen, welche Möglichkeiten rein theoretisch vorhanden sind, damit das Phänomen zustande kommt: daß man in den kleinen Hautgefäßen (cf. S. 244, Anm. **), die Mikrofilarien zu bestimmten Stunden besonders zahlreich, zu anderen aber spärlich oder gar nicht vorfindet. Als Beispiel sei die Nocturna gewählt:

Wenn die Nocturna gegen Abend in der peripheren Zirkulation erscheint und bis Mitternacht darin zunimmt, so müssen die Mikrofilarien, da ihre im Körper vorhandene Gesamtzahl sich nicht so schnell ändern kann[162], aus irgendeinem Depot ausgeschwemmt sein (denn gegen den Blutstrom aktiv anschwimmen können sie offenbar nicht). Solche Depots sind, wie im vorigen Kapitel ausgeführt, die Blutkapillaren*), die mithin in unserem Beispiel sämtlich oder doch zum Teil die Fähigkeit verlieren müssen, ihre Mikrofilarien des Nachts in demselben Maße zurückzuhalten wie am Tage. Da wir aber bisher gar nicht wissen, ob das Turnusphänomen überhaupt in den inneren Organen beobachtet wird, sondern uns einstweilen ausschließlich das Hautblut interessiert, so gehen uns, abgesehen von dem kleinen Kreislauf — dessen abströmendes Blut ja mit den Arterien in die Haut getragen wird —, nur die Hautkapillarenzonen an; falls die Depots der Leber, Niere etc. in Betracht kommen, können deren Mikrofilarien jedenfalls nur nach vorheriger Lungenpassage in der Haut erscheinen.

Mithin müssen die Nocturnae, die zur Nachtzeit in der Haut zirkulieren, aus den Lungen oder aus den Hautkapillaren ausgeschwemmt sein. Der Mikrofilariengehalt der Hautkapillaren ist zwar noch nicht genauer studiert; daran aber ist wohl nicht zu zweifeln, daß die gesamten Hautkapillaren am Tage, wenn überhaupt (cf. S. 252 Anm.**), so doch weniger Mikrofilarien enthalten als das

*) Wie Seite 245 erwähnt, enthält das Lymphgefäßsystem unter normalen Bedingungen anscheinend nur relativ wenig Mikrofilarien, auch bei Bancrofti; wahrscheinlich werden die Larven bald nach ihrer Geburt in die Blutzirkulation entleert, wo sie sich dann bei ihrer Langlebigkeit anreichern. Unter pathologischen Bedingungen, wo es zum Verschluß der ableitenden Lymphbahnen kommt, wie bei Bancrofti, müssen sie sich natürlich auch im Lymphgefäßsystem ansammeln. In derartigen lymphatischen Ergüssen zeigen die Bancrofti-Larven keinen Turnus, ebenso auch nicht im chylurischen Urin[162]; die abweichenden Angaben von Tanaka, nach denen die Microfilaria nocturna im Morgenurin reichlicher sein soll, ließen übrigens auch eine andere Erklärung als die Annahme eines „Turnus" zu (z. B. größere Verdünnung der Mikrofilarienmenge im Tagesurin).

mächtige Mikrofilarienreservoir, welches der gesamte kleine Kreislauf resp. dessen Kapillarzone darstellt (cf. S. 242). In Fällen, wo jeder Tropfen Hautblut nach Hunderten zählende Nocturnae aufweist, würde das Kapillargebiet der Haut aber, auch wenn es zu Beginn der Nacht ad maximum mit Mikrofilarien vollgestopft wäre, jedenfalls schon nach wenigen Pulswellen erschöpft sein, falls es keinen frischen Mikrofilarienzustrom erhielte: Wir sind mithin zu der Annahme genötigt, daß die Hauptmasse der in der Haut zur Nachtzeit nachweisbaren Nocturnae ihr aus den Lungen zuströmen, d. h., daß deren Kapillaren zur Nachtzeit für Nocturna durchlässig werden.

Gleichzeitig*) müssen aber zur Nachtzeit**) auch die Hautkapillaren für Nocturna durchlässig sein; denn sonst würden die Hautvenen keine enthalten können, während dies tatsächlich der Fall ist***). Ferner würden, wenn die Hautkapillaren nicht in der Nacht durchgängig wären, sich die Nocturnae in den ersteren so lange anreichern müssen, bis sich das Lungenreservoir schließlich zugunsten der Haut völlig entleert hätte und wenn die Mikrofilarien in der Haut dann dauernd festsäßen — am Tage, wo keine Nocturnae zirkulieren, würden sie ja ebenfalls nicht zur Lunge zurück können — wäre es mit ihrem Erscheinen in der Zirkulation überhaupt vorbei.

Offenbar zirkulieren die Nocturnae während der Nacht frei — d. h. durch die Kapillaren wohl aufgehalten, aber nicht zurückgehalten — durch Lungen und Haut (vermutlich auch durch die inneren Organe des großen Kreislaufes) und es ist recht wahrscheinlich, daß die einzelnen Exemplare im Laufe einer Nacht sogar oftmals

*) Um das Auftreten der Nocturna in dem zur Nachtzeit entnommenen Hautblut zu erklären, wäre es allerdings theoretisch denkbar, daß zu einem bestimmten Nachtabschnitt immer nur eines der beiden Kapillarsiebe durchlässig würde: denn würden nur aus der Lunge Mikrofilarien der Haut zugeschwemmt, so würde wenigstens das Arterienblut des Hauteinstiches solche enthalten; würden andererseits ohne gleichzeitige Zufuhr aus den Lungen nur aus den Haut-Kapillardepots Mikrofilarien abgeschwemmt, so hätte das doch ein Erscheinen der letzteren im Hautvenenblute zur Folge. So wäre es z. B. immerhin wenigstens vorstellbar, daß in der ersten Hälfte der Nacht die aus den Lungen herbeigetragenen Nocturnae sich in den Hautkapillaren aufstauten, und daß in der zweiten Hälfte nach dem Versiegen dieses Zuflusses nur das jetzt erst durchlässig werdende Hautreservoir Mikrofilarien durch die Venen in die Zirkulation lieferte. Diese Annahme ist freilich aus sonstigen Gründen nichts weniger als wahrscheinlich; die v. LINSTOWsche Turnus-Hypothese (cf. S. 254) würde übrigens auch durch eine solche Annahme, in der man eine gewisse Stütze dafür sehen könnte, nicht brauchbar werden.

**) Ob die Hautkapillaren am Tage für Nocturnae durchlässig sind oder nicht, wissen wir nicht; es ist in diesem Zusammenhange aber auch unwesentlich, da am Tage bei „reinen" Nocturna-Fällen keine Mikrofilarien zirkulieren. Würden die Hautkapillaren überhaupt stets für Nocturna durchgängig sein, so müßten sie sich nach Aufhören des Mikrofilarien-Zustromes von seiten der Lunge gegen Morgen allmählich ganz entleeren. Dies dürfte wohl auch der Fall sein, wennschon das Fehlen in Tagesblutproben noch kein strikter Beweis dafür ist, daß nicht doch noch Nocturnae in den Hautkapillaren festsitzen; Schnittpräparate würden entscheiden.

***) Um Mitternacht dürften im (durch Venenpunktion gewonnenen) Venenblute etwa ebensoviel Nocturnae wie im Blute des Hauteinstiches vorhanden sein, und dasselbe gilt für die Mittagszeit bei Diurna. Genauere Zahlenangaben siehe in der unter [88] zitierten Arbeit bei der Besprechung der Turnusfrage.

den Kreislauf passieren; denn würden die zur Lunge zurückströmenden Nocturnae nicht in derselben Nacht immer wieder in die Zirkulation geraten, so könnte auch das Lungenreservoir nicht für 12 Stunden vorhalten.

Selbstverständlich werden die Verhältnisse komplizierter liegen, als es nach der obigen schematisierten Betrachtungsweise erscheint, immerhin sind wir aber einstweilen wohl berechtigt, die Fragestellung dahin zu formulieren, daß es in erster Linie festzustellen gilt, welche Einflüsse mechanischer oder chemischer Art die Mikrofilarien veranlassen, das Kapillargebiet des kleinen Kreislaufs bei Nocturna zur Nachtzeit, bei Diurna am Tage zu verlassen; oder wenn wir die Frage umdrehen wollen — was ebenso berechtigt ist —, welche Einflüsse die Nocturnae und Diurnae gerade zur Tages- resp. Nachtzeit in der Lunge festhalten.

Dies könnte so geschehen, daß zu einer bestimmten Zeitperiode das Kapillaren-Sieb der Lunge dadurch durchgängiger wird, daß sich entweder dessen Kapillaren erweitern, oder daß die „Vis a tergo", der Blutdruck, ein stärkerer wird. Anderseits könnten die Mikrofilarien zu bestimmten Zeitperioden und unabhängig von Veränderungen im Zirkulationssystem die Fähigkeit verlieren, sich im Kapillarnetz der Lunge festzuhalten, resp. diese Fähigkeit könnte zu den entgegengesetzten Zeiten gesteigert sein. Hierbei könnte, wie Looss[137] vermutet, die Klebrigkeit der Scheide eine Rolle spielen; gestützt wird diese Hypothese, daß die leblose Mikrofilarienhülle für das Zustandekommen des Turnus das Entscheidende ist, dadurch, daß nach Scheubes Beobachtungen (cf. S. 235) auch durch Medikamente abgetötete Mikrofilarien den Turnus innehielten, und besonders dadurch, daß es gerade geschiedete Arten sind, welche im Gegensatz zu den scheidenlosen einen ausgesprochenen Turnus zeigen. Erschüttert würde die Hypothese freilich, wenn es sich herausstellen sollte, daß entsprechend den Beobachtungen Mansons ein Turnus auch bei scheidenlosen Arten (vgl. S. 246 Anm. *) vorhanden ist.

Wir kommen jetzt zur Besprechung der von den einzelnen Autoren zur Erklärung des Turnus-Phänomens aufgestellten Hypothesen:

Carter [zit. n. 199] meinte, daß die Nocturnae dem sie ernährenden Chylus in die Blutzirkulation folgten; wie damit der Turnus erklärt werden soll, ist nicht recht ersichtlich, zumal die Stunden der Mahlzeit ohne Einfluß auf den Turnus sind.

Unhaltbar und von Manson[162] widerlegt ist auch die Ansicht von Myers, nach welcher die Muttertiere ihre Brut nur des Abends entleerten, die dann nach 12-stündigem Aufenthalt in der Blutzirkulation abstürbe — er denkt dabei an Sauerstoffmangel — um am nächsten Abend durch einen Schub neugeborener ersetzt zu werden. Ebenso ist die Hypothese von Scheube, daß die Nocturna-Mikrofilarien in der Nacht bei horizontaler Lage und Muskelruhe leichter als am Tage in die Blutzirkulation übergehen könnten, nicht zutreffend: denn einmal scheinen die Lymphgefäße gar nicht in dem vorausgesetzten Maße Hauptdepots für Mikrofilarien zu sein (cf. S. 251, Anm.) und ferner würde, wie Penel und Looss[137] ausführen,

die Scheubesche Theorie zwar das Auftreten der Mikrofilarien des Nachts, nicht aber ohne Zuhilfenahme der abzuweisenden Annahmen von Myers, deren Verschwinden am Tage erklären können.

Die Hypothese v. Linstows, welcher annimmt, daß sich die Hautkapillaren während des Schlafes erweiterten und dadurch erst den sonst zu dicken Mikrofilarien die Passage ermöglichten, scheitert schon allein an der Tatsache, daß sich die etwa ebenso dicke Diurna im strikten Gegensatz zur Nocturna gerade am Tage im zirkulierenden Hautblute aufhält, und daß die morphologisch der Nocturna völlig gleichende Fidji-Mikrofilarie keinen Turnus innehält (cf. auch S. 252, Anm. *).

Die von Whyte erwogene Hypothese, daß ein zur Tages- und zur Nachtzeit verschiedener Sauerstoff- resp. Kohlensäuregehalt des Körpers, wie er sich durch Untersuchung der ausgeatmeten Luft dokumentiere, mit dem Nocturna-Turnus in Zusammenhang stehen könne — indem die Mikrofilarien am Tage nur in den Lungen, in der Nacht aber auch in der Zirkulation ihren Sauerstoff decken könnten, — ist in dieser Form (cf. aber S. 250 Anm.) zum mindesten nicht auf Diurna anwendbar.

Auch die geistreich erdachte Hypothese von Rodenwaldt[126], der den Turnus aus Blutdruckdifferenzen während des Schlafens und Wachens und aus solchen im großen und kleinen Kreislaufe erklären will, verliert meiner Ansicht nach dadurch ihre Berechtigung, daß das Verschwinden und Wiederauftreten der Mikrofilarien, wie schon Manson[162] hervorhebt, gar nicht mit der Zeit des Schlafens und Erwachens zusammenfällt und ferner dadurch, daß die von Rodenwaldt vorausgesetzten Differenzen in dem Verhalten von Nocturna und Diurna in bezug auf die Fähigkeit, sich festzuhaften, nicht vorhanden zu sein scheinen (vgl. S. 232, Anm. **).

Am besten mit dem Tatsachenmaterial vereinbar ist von den bisherigen noch die von Penel aufgestellte und von Looss[137] befürwortete Hypothese, wonach es chemische Einwirkungen des bei Tag und Nacht ja nachweislich verschiedenen Stoffwechsels des Wirtes seien, welche den Turnus der Mikrofilarien veranlaßten, indem sie die Larven zu bestimmten Tageszeiten entweder aus dem peripheren Kreislaufe vertrieben oder nach bestimmten inneren Organen hinzögen. Bisher kennen wir Stoffwechselprodukte des Menschen, welche in dieser Art auf die Mikrofilarien wirken, freilich nicht und außerdem setzt der Erklärungsversuch voraus, daß die hypothetischen Substanzen gerade entgegengesetzt bei Nocturna und Diurna wirken müßten. Looss meint, daß durch solche physiologischen Stoffwechselprodukte die Klebrigkeit der Scheide vermehrt werden könnte, woraus in bestimmten Perioden einerseits ein Haften der Mikrofilarien an den Gefäßwänden, andererseits ein Wiederflottwerden resultieren könnte.

Auf Grund der obigen Ausführungen könnte man den Penel-Loossschen Erklärungsversuch dahin präzisieren, daß es gewisse physiologische Stoffwechselprodukte des Wirtes sind, welche die Mikrofilarien resp. deren Scheiden in der Lunge entweder festhalten, oder sie veranlassen, dort „loszulassen", so daß sie in die Zirkulation geraten. Viel mehr als eine bloße Umschreibung des Phänomens unter Verzicht auf rein mechanische Erklärungsversuche ist das einstweilen freilich auch nicht, so daß die Turnusfrage nach wie vor ein ungelöstes Rätsel bleibt.

Die Filarien im Zwischenwirt, die Infektion des definitiven Wirtes und die Ausreifung der Filarien in diesem.

I. Mücken als Zwischenwirte.

Am genauesten bekannt ist die weitere Entwickelung im Mückenzwischenwirte für Microfilaria bancrofti, und die vollständige Ausreifung von Blutmikrofilarien konnte ferner auch bei Hundefilarien (Dirofilaria immitis und repens) eingehend studiert werden. Bei Microfilaria perstans und demarquayi wurde in manchen Mückenarten zwar eine beginnende Weiterentwickelung beobachtet: die in die Brustmuskulatur der letzteren eingedrungenen Mikrofilarien kamen aber über das sogenannte „Wurststadium" nicht hinaus, sondern starben vor erlangter Reife ab. Dies ist als ein Fingerzeig zu betrachten, daß auch bei diesen beiden Mikrofilarienarten Mücken die Zwischenwirte sein werden, daß man aber bisher mit den richtigen, zur Uebertragung geeigneten Mückenspecies noch nicht experimentiert hat.

Da die Entwickelung der Mikrofilarie in der Mücke bei allen dafür in Betracht kommenden Filarienarten viel Gemeinsames hat, ist es zweckmäßig, sie hier zusammenfassend zu besprechen; über die als Ueberträger für die einzelnen Filarienarten in Betracht kommenden Mückenspecies siehe den speziellen Teil.

A. Empfänglichkeit der Mücken für Filarieninfektion.

Es kommen für ein und dieselbe Filarienart nach den bisherigen Erfahrungen wohl immer mehrere Mückenzwischenwirte in Betracht und diese können sogar im System weit voneinander liegenden Arten angehören; so kann die Bancrofti-Larve in einigen Anopheles-, Culex- und Stegomyia-Arten ausreifen. Trotzdem sind aber andererseits ganz nahe verwandte Mückenspecies keineswegs immer in gleicher Weise befähigt, als Zwischenwirt für Filarien zu dienen; z. B. gelangen nach den eingehenden Untersuchungen von Bahr so gut wie alle von Stegomyia pseudoscutellaris aufgenommenen Mikrofilarien der turnuslosen Fidji-Bancrofti zur Reife, in Stegomyia calopus aber höchstens gelegentlich einmal ein Exemplar, während die übrigen vorzeitig zugrunde gehen.

Das Absterben der Filarien in ungeeigneten Mückenarten geschieht entweder nach dem Beginn einer normalen Entwickelung — und zwar meist im sogenannten „Wurststadium" — oder es bleibt überhaupt jede Weiterentwickelung aus, obschon der für letztere notwendige Ort (Thoraxmuskulatur bei den Mikrofilarien des Menschen, Malpighische Gefäße bei Hundemikrofilarien) noch aufgesucht wird; bei ganz ungeeigneten Mückenarten endlich gelangen die Mikrofilarien überhaupt gar nicht dorthin, sondern werden offenbar mit dem Kote entleert. Zwischen diesen Möglichkeiten kommen alle Uebergänge vor*). In

*) Der gewöhnlichste Modus bei den zur Entwickelung menschlicher Blutmikrofilarien weniger geeigneten Mückenspecies ist der, daß die Mikrofilarien zwar in die Brustmuskulatur der Mücke gelangen, dort aber meistenteils ohne Entwickelung bleiben, während einige Exemplare das „Wurststadium" erreichen, um dann abzusterben, und vielleicht hin und wieder eine Mikrofilarie auch einmal ausreift und in die Rüsselscheide gelangt.

Bei der Microfilaria repens des Hundes und Stegomyia calopus (der früheren St. fasciata, dem jetzigen Aëdes calopus) als Zwischenwirt war das Verhalten bei Fülleborns[80] in Hamburg angestellten Versuchen aber anders:

manchen Mückenarten sterben, wie oben angedeutet, zwar die meisten Filarien ab, einige erreichen aber doch noch volle Reife.

Es gibt demnach für die Uebertragung einer bestimmten Filarienart besonders geeignete, weniger geeignete und ungeeignete Mücken. Dabei scheint — ganz ebenso wie bei der Malaria — sich ein und dieselbe Mückenspecies in verschiedenen Gegenden gegen dieselben Mikrofilarienarten nicht immer gleich zu verhalten. So ist Culex fatigans für die Nocturna-Bancrofti[142], aber auch für die turnuslose Bancrofti der Philippinen[5] anscheinend ein besserer Zwischenwirt als für die turnuslose Fidji-Bancrofti[9]. Auch Microfilaria repens in Stegomyia calopus verhält sich in verschiedenen Weltgegenden anscheinend nicht gleich (cf. S. 255, Anm.). Ein derartiges Verhalten der Mücken erklärt vielleicht zum Teil jene Eigentümlichkeiten der Filarienepidemiologie, die ein Analogon zu dem „Anophelismus ohne Malaria" sind (cf. S. 295). Die lokal verminderte Fähigkeit einer Mückenspecies Mikrofilarien auszureifen, könnte vielleicht mit einer durch Auslese erworbenen Rassenresistenz der Mücke oder in ähnlicher Weise erklärt werden. Auch ein die Filarienentwickelung hemmender Hyperparasitismus, der nur auf bestimmte Gegenden beschränkt wäre, könnte, wie Sambon[241] ausführt, einen ähnlichen Effekt haben*).

Theoretisch betrachtet ist übrigens die größere oder geringere Infizierbarkeit einer Mücke nicht ohne weiteres gleichbedeutend mit einer entsprechenden Gefährlichkeit für den Menschen. Denn Mücken, in denen nach dem Aufsaugen eines an Mikrofilarien überreichen Blutes sich nun auch alle Mikrofilarien weiterentwickeln, sterben nach den Erfahrungen von Bahr und Fülleborn[80] in einem sehr hohen Prozentsatz an dieser Krankheit, so daß — wenigstens in der Gefangenschaft — von Hunderten nur ein paar überhaupt die Infektionsreife erlangen (cf. S. 209). In der Praxis dürften aber die Mücken, in denen die Mikrofilarien-Entwickelung am besten vonstatten geht, wohl doch die gefährlichsten sein; denn nach Bahr liefert für solche Mückenarten, in denen kein vorzeitiges Absterben der Mikrofilarien stattfindet, ein Blut mit 40—60 Mikrofilarien pro 16 Kubikmillimeter — dem Quantum eines gewöhnlichen dicken Präparates, also ein über den Durchschnitt stark infiziertes Blut — das Optimum an infektionstüchtigen Mücken. Freilich werden, wie Bahr richtig bemerkt, beim Vorhandensein derartiger bestgeeigneter Mücken diejenigen Personen, die überreichlich Mikrofilarien im Blute haben, infolge der hohen Sterblichkeit der durch sie infizierten Mücken für ihre Umgebung weniger gefährlich sein als Mikrofilarienträger, deren schwächer infiziertes Blut die Mücken nicht tötet.

Bei vier Fünftel der Stegomyien blieben die Mikrofilarien in den Malpighischen Gefäßen sämtlich ohne Weiterentwickelung; bei dem restierenden Fünftel trat aber bei sämtlichen Filarienexemplaren der Malpighischen Gefäße eine Weiterentwickelung bis zum normalen Ende ein, so daß sie zu Dutzenden in der Rüsselscheide gefunden wurden, ganz als ob die Entwickelung in Anopheles maculipennis, dem bestgeeigneten Zwischenwirte, stattgefunden hätte.

Eine „individuelle Disposition" unter den Mücken ein und derselben Art scheint also danach vorhanden zu sein, und da es sich bei diesen Stegomyienexperimenten um aus dem Ei gezüchtete Mücken handelte, liegt sicher keine von dem Einzelindividuum erworbene Immunität vor; es lassen sich übrigens auch zweimal hintereinander Mücken erfolgreich infizieren[80, 9, 17].

Dagegen verhielt sich eine wahrscheinlich mit Stegomyia calopus identische Mücke bei Infektion mit Microfilaria repens in den von Bernard & Bauche in Indochina angestellten Versuchen anders: Selbst bei reichlichster Infektion, bei welcher 80—120 Mikrofilarien in den Malpighischen Gefäßen gezählt wurden, gelangten höchstens 4 Exemplare völlig zur Ausreifung und in die Rüsselscheide, während die übrigen von derselben Mücke aufgenommenen Mikrofilarien in der Entwickelung zurückblieben. Ueber den Einfluß der Temperatur, den die Autoren bei diesen Experimenten feststellten, siehe Seite 267, Anm. **).

*) Sambon[239, 241] spricht die braunen Gebilde, welche bei der von Noè[190] beschriebenen „braunen Degeneration" der Hundefilarien in der Mücke auftreten, als eine protozoische Infektion mit Nosema an; er bringt sie in Parallele zu den „Rossschen Sporen" der Malaria-Cysten, die er ebenso deutet, wobei sich ihm Ruge[235] in bezug auf Malaria-Cysten anschließt. Der Umstand, daß Fülleborn[80] diese Gebilde bei Hundefilarien in Hamburg niemals beobachtete, könnte im Sinne Sambons verwertet werden. Im übrigen vgl. S. 260.

Ueber den Prozentsatz, in welchem Mücken unter natürlichen Verhältnissen mit Filarien infiziert sind, liegt eine Untersuchungsreihe von Low[141] vor. Er fand, daß von 100 in einem Hospital in Bridgetown auf Barbados (dessen Bevölkerung etwa 12—13 Proz. Nocturna-Träger aufweist) gefangenen Culex fatigans 23 Proz. mit Bancrofti in verschiedenen Stadien infiziert waren; ein Exemplar hatte reife Larven in der Rüsselscheide. Am gefährlichsten, weil am meisten infiziert, werden, ebenso wie bei Malaria, im allgemeinen die „Haus-Mücken" sein[57].

B. Die Mikrofilarienanzahl im Mückenmagen.

Untersucht man den „Magen" einer Mücke, die mikrofilarienhaltiges Blut gesogen hat, kurze Zeit danach, so findet man darin das Doppelte oder noch mehr an Mikrofilarien*) als dem Blutquantum, welches das kleine Organ enthält, zu entsprechen scheint.

Diese relative Zunahme der Mikrofilarien im Mückenmagen, die schon Manson[162] aufgefallen war, ist jedoch nur eine scheinbare und wird dadurch vorgetäuscht, daß, wie Fülleborn[80] — durch Wägungen leerer und vollgesogener Mücken und durch Hämoglobinbestimmungen des Originalblutes und des im Mückenmagen enthaltenen — nachweisen konnte, das Blut im Mückenmagen entsprechend eingedickt wird. Daß die Mikrofilarienmenge in dem von der Mücke aufgesogenen Blute nicht größer ist als in einem entsprechenden Quantum Hautblutes, wird auch durch die Zählungen von Bahr bestätigt.

Freilich ergibt sich nach Fülleborns Untersuchungen ein ganz geringer Mikrofilarienüberschuß für das Mückenmagenblut, und da sich in den von der Mücke beim Saugen und wohl auch in den etwas später entleerten Serumtröpfchen ebenfalls Mikrofilarien nachweisen lassen, die bei der Berechnung verloren gehen, so wird der Ueberschuß der wirklich aufgesogenen Mikrofilarien noch größer sein als seine Zählungen (und ebenso alle Schätzungen der anderen Autoren, die nur die bereits vollgesogene Mücke berücksichtigen) angeben; aber das Resultat wird dadurch wohl kaum wesentlich verändert werden (vgl. im übrigen die unter Lit.-Nr. 80 und die unter Nr. 88, S. 261, Anm. 2 zitierten Arbeiten).

Um die Anreicherung der Mikrofilarien im Mückenmagen zu erklären, nahm man auch an ([162], [199], [243], [137]), daß der Mückenrüssel in den kleinen Blutgefäßen wie ein Wehr, resp. eine Angel wirke, an der sich besonders die mit einer Scheide versehenen Arten verfingen. Daß solche Faktoren eine gewisse Rolle spielen mögen, ist nicht auszuschließen, dagegen dürfte nach Fülleborns[80] Untersuchungen (bei unter dem Mikroskop zum Saugen mikrofilarienhaltigen Blutes gezwungenen Mücken) ein chemotaktischer Reiz durch die saugende Mücke auf die Mikrofilarien kaum ausgeübt werden, was übrigens auch Penel für unwahrscheinlich ansieht.

C. Die Entwickelung der Mikrofilarien in der Mücke.

Die Eindickung des Blutes, das im Mückenmagen auch hämolytisch und viskös wird, macht es den mit einer Scheide versehenen Arten möglich, sich von letzterer zu befreien, da das zähe Medium die Scheide festhält und so der Wurm bei seinen Bohrversuchen den nötigen Widerhalt findet[162]. Das Austreten aus der Scheide geschieht nach Bahr meist in ein bis anderthalb Stunden, doch finde man zuweilen noch 2 Tage nach dem Blutsaugen unausgeschlüpfte Exemplare.

Der befreite Wurm kann sich im Blute des Mückenmagens schlangenartig von der Stelle bewegen und sucht nun, während die

*) Nach Penel das Drei- bis Vierfache. Die Schätzung von Ashburn & Craig[6], daß er gar das „40—50-fache oder noch mehr" sein soll, steht jedoch mit allen sonstigen Beobachtungen im Widerspruch.

leere Scheide im Magen zurückbleibt, denjenigen Platz des Mückenkörpers auf, in dem seine Weiterentwickelung stattfindet. Die für den Menschen in Betracht kommenden Filarienarten durchbohren die Magenwand der Mücke und wandern in die Brustmuskulatur (Fig. 14, 15). Das Durchbohren des Magens ist nach Looss [137] bei Bancrofti, je nach der Temperatur*), innerhalb 6—12 Stunden geschehen, nach Bahr haben die Würmer in 24 Stunden die Brustmuskulatur bereits erreicht und nach Lebredo kann letzteres ausnahmsweise bereits nach 13 Stunden der Fall sein, wennschon man noch über 3 bis 4 Tage lang zuweilen einzelne Exemplare im Magen fände. Perstans wurde nach 24 Stunden bereits in der Brustmuskulatur angetroffen [81].

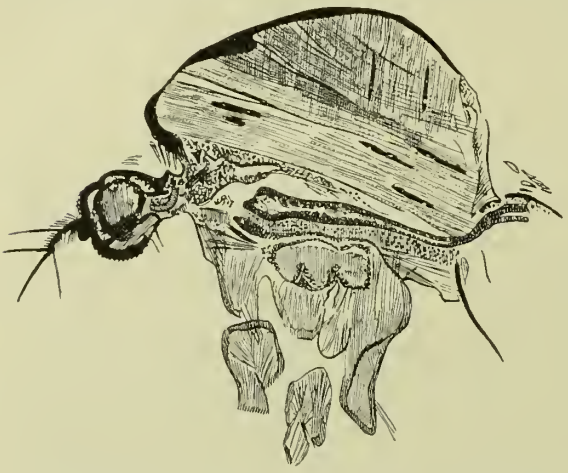


Fig. 14. Bancrofti-Larven nach 2-tägigem Aufenthalt in Stegomyia pseudoscutellaris. Nach Bahr [9].

Bei Microfilaria repens und immitis gelangen die Würmer in die Malpighischen Gefäße der Mücke (Tab. V, Fig. 2), wo man sie schon 2—3 Stunden nach der Blutentnahme antreffen kann [80]. Nach den Versuchen von Fülleborn [85], der mit zerquetschten Malpighischen Gefäße gefüllte Kapillaren nebst mit Kochsalz gefüllten Kontrollen in vom Blutegel aufgesogenes Hundefilarienblut brachte und dann die Mikrofilarien besonders bei denjenigen Kapillaren fand, die mit Malpighischen Gefäßen beschickt waren, scheint eine chemotaktische Anziehung der Hundemikrofilarien durch die Malpighischen Gefäße stattzufinden.

Die Weiterentwickelung der Mikrofilarien scheint bei allen in der Mücke heranreifenden Arten, gleichviel, ob sie in die Brustmuskulatur oder in die Malpighischen Gefäße einwandern, in den Hauptzügen dieselbe zu sein.

In den ersten Stadien ihrer Entwickelung liegen die Würmer in gestreckter Haltung (Textfig. 14 u. 36) — resp. den Windungen der Malpighischen Gefäße angepaßt (Taf. V, Fig. 2) — und kaum beweglich in den Malpighischen Gefäßen resp. zwischen den Muskeln des Thorax, und zwar, wie Looss [137] angibt, ausschließlich in den langen Faserbündeln. In der zweiten Hälfte der Entwickelung werden sie aber wieder beweglicher und nähern sie sich ihrer Reife, so bleiben sie nicht mehr gestreckt, sondern falten sich ein, rollen sich auf usw. und die ganz reifen Exemplare endlich, die zur Rüsselscheide

*) Ueber den Einfluß der Temperatur auf die Weiterentwickelung der Mikrofilarien cf. S. 266 ff.

wandern, sind sehr lebhaft beweglich, zumal bei höheren Temperaturen.

Die von der Invasion betroffenen Mückenorgane werden durch die Filarien geschädigt. Nach Looss[137] zerfallen die betroffenen Muskelbündel zu einer feinkörnigen, den Filarien als Nahrung dienenden Substanz*), und bei Hundefilarien wird das Epithel der Malpighischen Gefäße zerstört, während die schlanken Drüsenschläuche bei starken Infektionen zu dicken Spindeln aufgetrieben werden (Taf. V, Fig. 5).

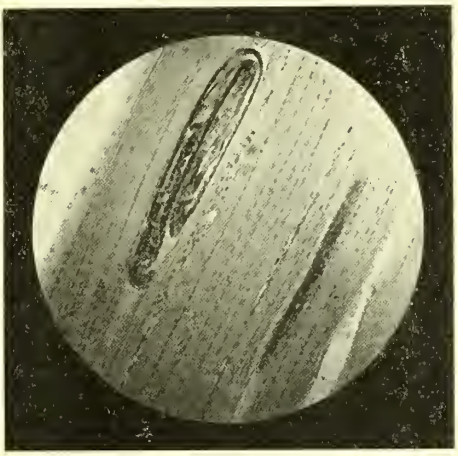


Fig. 15. Reife Bancrofti-Larve in der Thorax-Muskulatur einer Mücke. Mikrophot. von Fülleborn nach einem dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten von Sir Patrik Manson überlassenen Präparat.

Die Entwickelung der Filarien beginnt nicht mit einer Verlängerung des Körpers, sondern mit einer Verkürzung bis etwa auf die Hälfte, unter gleichzeitiger Dickenzunahme um das Doppelte oder noch mehr, so daß aus den schlangenähnlichen Tieren „wurstförmige" Gebilde werden (Textfig. 16, 17; Taf. V, Fig. 3 u. 4); erst gegen die Mitte oder in der zweiten Hälfte der Entwickelungszeit wird die Anfangslänge und gleichzeitig nach den Messungstabellen von Lebredo und Bahr bei Bancrofti auch die größte Dicke (die später wieder etwas abnimmt) erreicht; dann nimmt das Längenwachstum aber sehr energisch zu und die reife Bancrofti-Larve ist nicht nur etwa 3—4mal dicker als die aufgesogene Mikrofilarie war, sondern ist auch ca. 3—5mal länger und dabei in ihrer Organisation dem erwachsenen Wurme ähnlich geworden (Textfig. 17; Taf. V, Fig. 4 u. 6).

Bei der Zusammenziehung zum „Wurst-Stadium" wird nach den von Saisawa bei Immitis ausgeführten Messungen besonders der vordere, weniger der Schwanzabschnitt verkürzt; die äußerste Schwanzspitze bleibt im Wurst-Stadium der Filarien überhaupt erhalten und bildet ein feines Fädchen (Textfig. 16 und Tafel V, Fig. 3), das bei Bancrofti nach Bahr im Gegensatz zu der sonstigen Bewegungslosigkeit der Larve noch bewegt wird.

Das Wurst-Stadium zeigt bereits eine beträchtliche Differenzierung der inneren Organe (Fig. 16) und in der reifen Larve (Fig. 17) ist die innere Organisation bis auf das zurückgebliebene Genitalorgan bereits vollkommen angelegt[137]; nach Looss steckt die reife Bancrofti-Larve in einer losen Larvenhaut, d. h. sie hat sich gehäutet, aber die alte Hülle noch nicht abgeworfen. In bezug auf die feinere Anatomie und die Ansichten der verschiedenen Autoren verweise ich besonders auf die unter [137, 9, 124, 2, 6, 238, 17] zitierte Literatur.

Die ausgereifte Bancrofti-Larve ist nach den Messungen der meisten Untersucher 1,0—1,8 mm lang; Ashburn & Craig geben für die turnuslose Bancrofti der Philippinen 1,236—2,20, im Mittel 1,8 mm an. Die Dicke beträgt nach

*) Bahr erwähnt, daß einmal in der Mundöffnung einer in der Mücke herangereiften Filarie eine Faser der Thoraxmuskulatur steckte; ob es sich um Nahrungsaufnahme handelt, oder um einen zufälligen Befund, will er nicht entscheiden.

Lebredo 0,024—0,032 mm; nach den Messungen von Bahr, die sich auf ein großes Material erstrecken, kommen aber auch dünnere Exemplare von 0,018 mm häufig vor.

Die Anzahl der in einer Mücke sich entwickelnden Filarien kann sehr groß sein und Bahr zählte bei einer Dopeplinfektion nicht weniger als 50 in einem Exemplar, von denen die 30 von der ersten Infektion stammenden über 1 mm lang waren; ebenso zahlreiche Infektionen lassen sich auch bei Hundemikrofilarien erzielen[80].

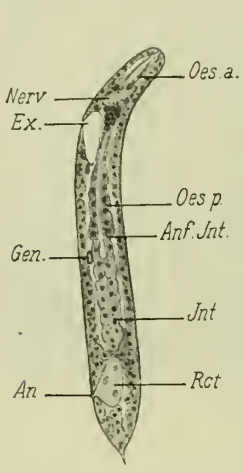


Fig. 16.

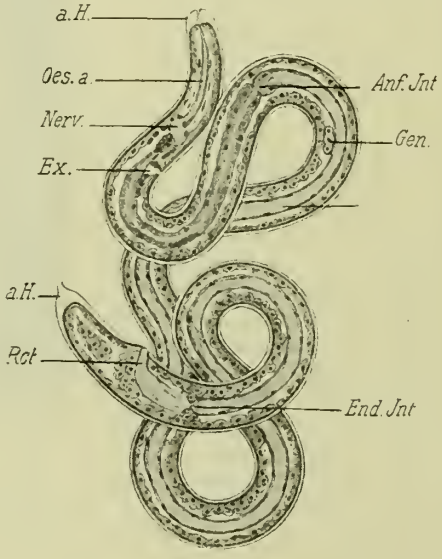


Fig. 17.

Fig. 16. „Wurst-Stadium“ der Filaria bancrofti (nach Looss[137]). *Oes.a.* der vordere dünnere, *Oes.p.* der hintere verdickte Abschnitt des Oeophagus; *Anf. Int.* Beginn des Chylusdarmes, der erst für eine ganz kurze Strecke hohl geworden ist; *Int.* der übrige noch solide Teil des Darmes; *Rct.* Anlage des Rectums; *An.* Anus; *Nerv.* Nervensystem; *Ex.* Anlage des Exkretionsapparates; *Gen.* Genitalanlage. ca. 228:1.

Fig. 17. Nahezu reife Larve von Filaria bancrofti (nach Looss[137]). Die innere Organisation ist vollkommen angelegt; die bisherige Haut hat sich vom Körper abgehoben und steht am Kopfe und Schwanze etwas über (*a.H.*), die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 16; *End.Int.* das noch blind geschlossene Ende des Chylusdarmes. ca. 228:1.

Wie bereits S. 255 bemerkt wurde, bleiben, besonders wenn der Mücken-Zwischenwirt für die Entwickelung der Filarien weniger geeignet ist, eine Anzahl davon in der Entwickelung zurück; aber selbst bei sonst gut geeigneten Mücken und auch genügend hohen Temperaturen (cf. S. 266 ff.) kann letzteres bei einigen Filarien-Exemplaren der Fall sein[140].

Während der Entwickelung abgestorbene Mikrofilarien findet man öfter, aber nicht immer, von dunkelbraunen Schollen umgeben[137, 81, 9], die Bahr für Chitin anspricht. Bei Hundemikrofilarien[80] habe ich diese Schollen nie bemerkt, doch bildet Noè[190] ähnliches von Immitis-Entwickelungsstadien aus den Malpighischen Gefäßen ab; über die Deutung, die Sambon diesen Gebilden gibt, vgl. S. 256, Anm. *.

D. „Künstliche Züchtung“ der Filarien.

Nach Wellman & Jones gelang es, in einem mit Dextrose versetzten Hundeserum nach 8—14 Tagen Immitis-Mikrofilarien zu erzielen, die bis zum Zweieinhalbfachen der ursprünglichen Länge maßen. Das beste Wachstum erzielt man nach den Autoren bei Eisschranktemperatur (12° C), nächstdem auch

bei 40° C, während Mitteltemperaturen weniger günstig wären; Bakterieninfektion dieser „Kulturen" hatte, abgesehen von den bei Brutschranktemperaturen aufgehobenen, nicht immer einen schädigenden Effekt (cf. auch S. 238).

Ein Größerwerden von Mikrofilarien nach $2^1/_2$-jährigem Aufenthalt in der Blutbahn eines freien Hundes konnte, wie S. 237 erwähnt, auch Fülleborn beobachten: eine Weiterentwickelung im Sinne der in der Mücke stattfindenden, wie die Autoren meinen, ist eine Größenzunahme der Mikrofilarien jedoch nicht, da auch bei Immitis ebenso wie bei den anderen die Entwickelung in der Mücke mit einer sehr starken Verkürzung beginnt[190, 238]; übrigens äußert sich auch Low[153] in einer Besprechung der Befunde von Wellman & Jones in demselben Sinne.

Aber auch die von Wellman & Jones berichteten Tatsachen sind nach den im Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten zurzeit von Dr. Bach[8] ausgeführten Nachuntersuchungen nicht zu bestätigen; da nur eine vorläufige Mitteilung der Autoren vorliegt, ist nicht zu ersehen, ob sie die für die Messung von Mikrofilarien — die ja leicht über das Doppelte im Präparat schrumpfen können — notwendigen Kautelen hinreichend beachtet haben.

E. Die Infektion des definitiven Wirts durch die Mücke.

Nach erlangter Reife begeben sich die Filarienlarven nach dem Lacunom der Mücke*) und wandern, wie 1900 zuerst Low und James bei Bancrofti festgestellt haben, durch den Hals und Kopf hindurch nach dem Mückenrüssel; daß es die Rüsselscheide ist, in die sie eindringen, wurde von Grassi & Noè, die mit Immitis-Material arbeiteten, nachgewiesen**). Manche Filarien verirren sich aber dabei

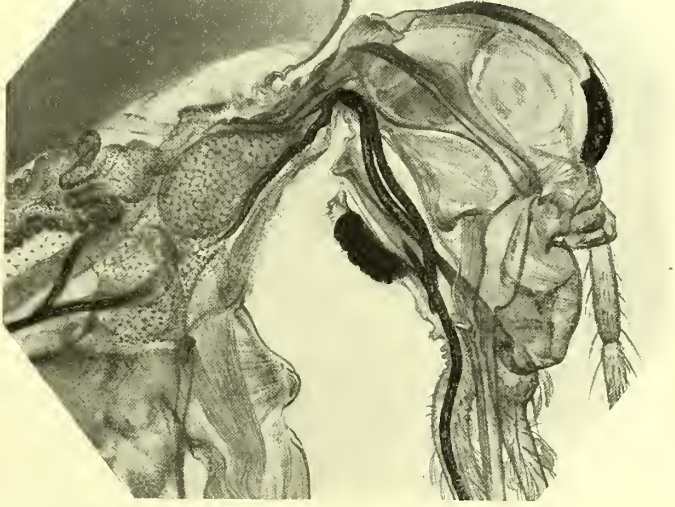


Fig. 18. In die Rüsselscheide einwandernde Hundefilarien. Halbschematisch nach einer Mikrophot. Vergr. ca. 40:1.

Die ganz dunklen Gebilde sind die Filarien; zum Teil befinden sie sich noch im Thorax, andere wandern gerade durch den Hals in den Kopf ein, eine steckt bereits in der Rüsselscheide.

*) Die in den Malpighischen Gefäßen herangereiften Hundefilarien durchbrechen diese an ihrer Spitze, wie man unter dem Mikroskop direkt beobachten kann[80].

**) Genaueres siehe weiter unten.

und so kann man oft Exemplare in den Palpen oder in den Beinen finden (Taf. V, Fig. 6 u. 9); die Bancrofti gerät auch zwischen die Malpighischen Gefäße und Ovarien[140], und Bahr fand sie sogar im Mückenmagen. Die überwiegende Mehrzahl gelangt aber zum Platz ihrer Bestimmung, d. h. in die Rüsselscheide, die durch die massenhafte Invasion der Würmer so aufgetrieben werden kann, daß das Stilettbündel aus dem Hohlraum des Organs hinausgedrängt wird (vgl. Textfig. 20 mit Taf. VI, Fig. 1).

Nach dem Stiche einer solchen Mücke wird die Rüsselscheide filarienfrei gefunden, wennschon einzelne Exemplare darin zurückbleiben können. Die Untersuchungen von Bancroft und Annett, Dutton & Elliott wiesen als mutmaßliche Austrittsstelle der Filarien auf die Spitze der Rüsselscheide hin, wo Lebredo sie unter dem Mikroskop auch tatsächlich durch die „Duttonsche Membran" austreten sah. Fülleborn konnte den Vorgang bei dem Stiche mit Hundefilarien infizierter Mücken genau verfolgen, und die Larven später in der Haut nachweisen; aus seinen Versuchen, die durch Bahr (der mit Bancrofti arbeitete) bestätigt wurden, geht hervor, daß das Einbohren durch die intakte Haut hindurch, ohne Benutzung des Stichkanals, erfolgen kann.



Fig. 19. Sehr zahlreiche Hundefilarien in der Rüsselscheide einer Mücke, eine Filarie auch in einer Palpe. Halbschematische Zeichnung nach einer Mikrophot. ca. 50 : 1.

Man erkennt an der Spitze der Rüsselscheide in der Mitte (wenn auch undeutlich) das „Züngelchen" und seitlich die beiden „Labellen"; dazwischen befindet sich (auf der Figur nicht sichtbar) die zarte „Duttonsche Membran", welche beim Mückenstich durch das Auseinanderspreizen der Labellen gespannt wird und der Haut des Opfers anliegend, die Rüsselscheide unten abschließt; durch sie hindurch bohren sich die Filarien aus der Rüsselscheide hinaus. Zwischen der Rüsselscheide und der [dünneren] Palpe liegt das bei der Präparation aus der Rüsselscheide herausgedrückte Stilettbündel.

Die Idee, daß die Filarienlarven durch den Stich von Mücken, in deren Brustmuskulatur sie ja Manson schon 1877 entdeckt hatte, übertragen werden könnten, stammt von Th. L. Bancroft der eine solche Vermutung schon 1889 (zit. nach [199]) äußerte und sie 1899[11] wiederholte, als er nach mehr als 20-jähriger Pause die Experimente von Manson wieder aufnahm und durch treffliche Untersuchungen sehr wesentlich erweiterte. In Mücken, die er nach London sandte und die Low[140] auf Schnittserien studierte, wurde die Wanderung der Bancrofti-Filarien zum Rüssel festgestellt. Gleichzeitig untersuchte, zwar unabhängig von Low, aber ebenfalls angeregt durch die Hypothese Bancrofts, James[111] in Indien die Kopfteile mit Bancrofti infizierter Mücken und konnte dabei lebende Larven in der Rüsselscheide beobachten, wennschon er glaubte, sie im Saugrohr des Mückenrüssels gesehen zu haben*).

*) James spricht in dem Text von dem Eindringen der Larven in das „Labrum" (nicht Labium), doch scheint mir aus seiner Beschreibung und der beigefügten Zeichnung unzweideutig hervorzugehen, daß er sie tatsächlich in der Rüsselscheide gesehen hat.

Ueber den Modus, wie die Filarien beim Mückenstiche in den Körper des definitiven Wirts gelangten — denn daß dies geschehe, war durch jene Beobachtung äußerst wahrscheinlich geworden — waren die Ansichten geteilt. Bancroft[11] hatte sich ursprünglich dahin geäußert, daß die Filarien vielleicht den Oesophagus der Mücke durchbrächen und im Rüssel hinabwanderten, eine Hypothese, die sich ungefähr mit der späterhin von Sambon[239] vertretenen deckt, und letztere mag daher vorweg gleich besprochen werden. Sambon nahm an, daß der Aufenthalt der Filarien in der Rüsselscheide vielleicht ebenso zufällig sei wie der in den Palpen und daß möglicherweise die Filarien sich an der Hypopharynxwurzel in die Mundhöhle der Mücken hindurchbohrten

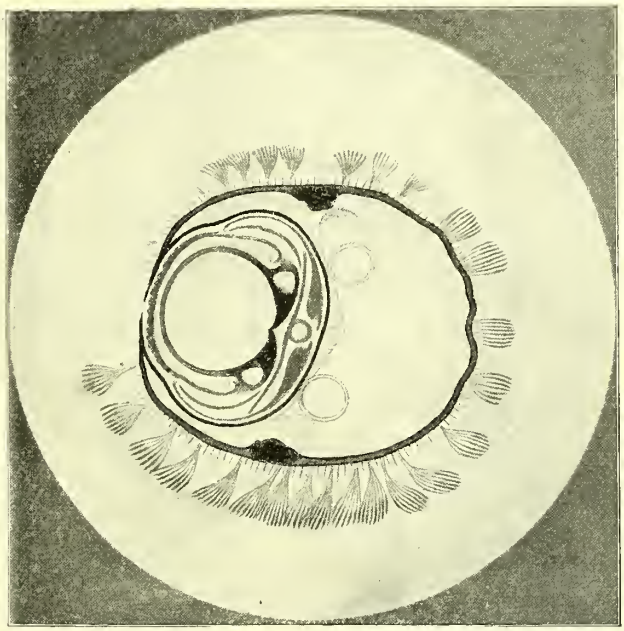


Fig. 20. Durchschnitt durch einen normalen (nicht mit Filarien infizierten) Stegomyia-Rüssel. Halbschematisch nach einer Mikrophot.

Man erkennt rechts die große Höhle der Rüsselscheide (Labium) mit Nerven- und Trachealstämmen; da diese Höhle mit dem Körperinneren der Mücke in offener Verbindung steht (vgl. Fig. 18), können die Filarien ohne weiteres hineingelangen. Die Rüsselscheide umschließt als fast geschlossene Rinne das „Stilettbündel", auf dessen Durchschnitt das weite Lumen der Blutsaugröhre (Labrum) am auffälligsten ist. Hinter (nach rechts) der letzteren liegt in Gestalt eines Schilfblatt-Querschnittes der Hypopharynx mit dem Speicheldrüsenkanal; neben dem Hypopharynx und der Blutsaugröhre befinden sich außerdem die Durchschnitte der Maxillen und Mandibeln, die als Haftapparate beim Einstich dienen. Die Form der Stilettbündelspitze ist aus Fig. 19 ersichtlich.

und von dort in dem Blutsaugrohr hinabstiegen. Die Hypothese ist in dieser Form schon an sich wenig plausibel, da die Filarien gegen den angesogenen Blutstrom anschwimmen müßten; die Annahme von Eysell[65], daß die Filarien aus der Brustmuskulatur vielleicht in die Flugblasen und den „Vorratsmagen" der Mücke einwanderten und dann zugleich mit deren Inhalt — der sich bei Beginn des Saugaktes nach Schaudinn[242] ja in die Stichwunde entleert — in die Haut gespritzt werden könnten, würde diese Schwierigkeit allerdings beseitigen. Aber auch dann bliebe, wie Penel hervorhebt, noch zu erklären, warum nach dem Stich gerade die Rüsselscheide filarienleer gefunden wird.

Low[140] glaubte, daß die Basis der Rüsselscheide von den Mikrofilarien durchbohrt würde und letztere so zwischen die Rüsselscheide und

das Stilettbündel gericten; wie aber Noè[190] betonte, geht aus Lows Zeichnungen hervor, daß sich die Filarien innerhalb der Rüsselscheide befinden und das gleiche hatten Grassi & Noè[97] und Noè[190] für die von ihnen untersuchte Immitis des Hundes festgestellt (und übrigens ja auch James bei Bancrofti abgebildet). Grassi und Noè nahmen an, daß die beim Saugakt ja nicht in die Haut eindringende, sondern stark zurückgekrümmte Rüsselscheide (cf. Taf. VI, Fig. 2) dabei infolge der unnatürlichen Auftreibung durch die Larven an ihrer dünnen Dorsalseite in der Umbiegungsstelle platzte und so die Filarien zwischen die Stilettbündel entleert würden, denen folgend die Würmer in die Haut gelangten. Noè[190] Taf. XX, Fig. 21 bildet die Ruptur der Rüsselscheidenwandung auch ab*); in späteren (1903) Untersuchungen[191] mit infizierten Mücken, deren Rüsselscheide er zwangsweise unter Kochsalzlösung in Saugstellung gebracht hatte, glaubte er sich überzeugt zu haben, daß bei nicht allzu starker Filarien-Auftreibung der Rüsselscheide die Ruptur ihrer dorsalen Lamelle tiefer, und zwar in der Höhe der Züngelchen-Basis und in deren Mitte erfolgte (cf. Lit.-Nr. 191, S. 449, Fig. b und c). Auf die von Noè für sich und Grassi erhobenen Prioritätsansprüche und deren sehr scharfe Abweisung zugunsten der englischen Forscher[239] gehe ich hier nicht ein.

Der erste, der experimentell den richtigen Weg wies, war wiederum Bancroft[12], welcher bei seinen Versuchen, wennschon nur unter Deckglasdruck, die Mikrofilarien an der Spitze der Rüsselscheide austreten sah und diese Stelle als die normale Austrittspforte ansprach; in demselben Jahre (1901) und offenbar unabhängig davon publizierten Annett, Dutton & Elliott ihre sehr genauen Untersuchungen über den Bau der Rüsselscheide und kamen dadurch ebenfalls zu der Ueberzeugung, daß die Spitze der Rüsselscheide, da sie durch eine nur ganz dünne Haut („Duttonsche Membran") abgeschlossen würde, „äußerst wahrscheinlich" die Durchbruchstelle für die Mikrofilarien sei.

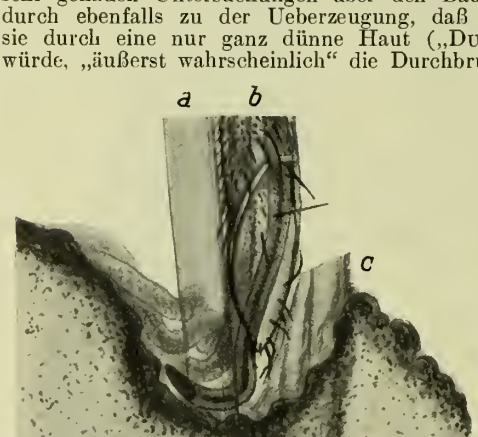


Fig. 21. Filarien aus der Spitze der Mückenrüsselscheide auf die Haut austretend. Halbschematisch nach einer Mikrophot. (deren Original siehe in der unter 80 zit. Arbeit); Vergr. ca. 250 : 1.

aa Stilettbündel (zum Teil in der Haut steckend); *b* Spitze der Rüsselscheide mit den austretenden Filarien; *c* abgeschnittene Haare, die in den Haarbälgen (*d*) stecken. Vgl. hierzu Taf. VI Fig. 2.

Die Richtigkeit dieser Ansicht wurde 1905 durch Lebredo[124] erwiesen, der das Austreten von Mikrofilarien an der Rüsselscheidenspitze unter dem Mikroskop beobachten konnte, wenn diese angefeuchtet war und gleichzeitig durch gelindes Erwärmen die Agilität der Larven gesteigert wurde**); diese Versuche fanden ohne Deckglas statt, waren also im Gegensatz zu den älteren von Bancroft einwandfrei. Fülleborn[78, 80] kam unabhängig von Lebredo arbeitend zu denselben Ergebnissen. Er konnte ferner das Austreten der Filarien

*) Unter künstlichen Bedingungen sah auch ich an der dorsalen Lamelle der Rüsselscheide Ruptur mit Filarien-Austritt eintreten[80], jedoch ist dieser Modus augenscheinlich nicht der normale.

**) Ist einmal der erste Wurm durchgebrochen, so folgen die anderen meist schnell hinterher[124], vorausgesetzt, daß genügend Flüssigkeit vorhanden ist, sonst verklebt die Oeffnung leicht wieder[80]. Auch das Austreten an zwei Perforationsöffnungen gleichzeitig wird beobachtet und ist zuerst von Lebredo abgebildet worden. Das Kopfende der Filarien ist, wie die früheren Untersucher

auf die Haut während des Saugaktes infizierter Mücken direkt beobachten und den genauen Situs nach Abtöten der saugenden Mücke mittels Elektrizität in Celloidinschnitten fixieren (Taf. VI, Fig. 2 und Textfig. 21). Indem er ferner den Saugakt infizierter Mücken unter dem Mikroskope unter verschiedenen Bedingungen erzwang, kam er zu dem Ergebnis, daß letzterer (anscheinend infolge des durch die Füllung des Mückenabdomens im ganzen Körper zunehmenden Druckes, vielleicht auch infolge der Krümmung und sonstigen Positionen der Rüsselscheide beim Saugakt) das Austreten der Filarien begünstige, zumal die notwendige Befeuchtung der Rüsselscheidenspitze und eine höhere Temperatur beim Saugen der Mücke auf der Haut des Opfers unter natürlichen Bedingungen vorhanden wären.

Eine „chemotaktische", das Austreten der Filarien begünstigende Wirkuug von Serum oder Schweiß findet nach Fülleborn im Gegensatz zu den Ansichten von Manson[167], Low[140] und anderen nicht statt. Zwar können sich die Filarien, wenn den Mücken kein Blutmahl gereicht wird (bei künstlicher Fütterung mit Bananen etc.), wie zuerst Bancroft[11] gezeigt hat, viele Wochen in den Mücken halten; es kann aber auch ohne den Saugakt an Mensch oder Tier zu einem Verschwinden der Filarien aus der Rüsselscheide kommen, wie es schon Grassi & Noè gefunden hatten. Da solche Versuche von Fülleborn[80] auch mit vorher in Narkose auf die Infektion ihrer Rüsselscheide untersuchten Mücken ausgeführt wurden, ist der Einwand nicht stichhaltig, daß es sich dabei vielleicht um von vornherein nicht mit Filarien behaftete Exemplare gehandelt hätte; von Bahr 9 Tage lang mit Bananen gefütterte, infizierte Mücken hatten nach dieser Zeit ebenfalls keine Filarien in der Rüsselscheide. Ob nach dem Saugen an Bananen evt. Filarien in der Rüsselscheide gefunden werden oder nicht, hängt offenbar von Zufälligkeiten ab; vor allem aber wird außer der Feuchtigkeit der Nahrung die Temperatur einen entscheidenden Einfluß haben.

Anderseits kam Fülleborn im Gegensatz zu den Ansichten von Lebredo zu dem Ergebnis, daß beim Saugen nicht immer alle Filarien Zeit finden, die Rüsselscheide zu verlassen, so daß die Infektion mehrerer Personen durch dieselbe Mücke möglich ist.

Wie bereits oben angedeutet, dringen die Filarien offenbar in der Art der Ankylostomenlarven in die Haut ein*) und nicht durch den Stichkanal, da dieser — wenigstens während des Saugaktes — durch das Stilettbündel fest tamponiert wird; jedenfalls können sie nachweislich auch dann in die Haut eindringen, wenn gar kein Mückenstich stattgefunden hat[80, 88, 9]. Bahr sah aus der Mücke herauspräparierte und auf den Handrücken einer Versuchsperson**) gebrachte Bancroftilarven sich nach einigen konvulsivischen Bewegungen „mit blitzartiger Schnelligkeit" in die Oeffnung der Drüsengänge einbohren; Fülleborn nahm auf Grund seiner Hundefilarienversuche an, daß das Eindringen immerhin eine gewisse Zeit in Anspruch nähme, jedoch spielt auch hierbei die Temperatur sicher eine sehr wichtige Rolle (Bahr experimentierte bei dem wärmeren Klima der Fidji-Inseln).

Wieweit es bisher gelungen ist, durch Mückenstiche die Infektion des definitiven Wirtes mit erwachsenen Würmern zu erzielen, wird auf Seite 269 besprochen.

Die ältere Mansonsche et.[162] Hypothese, daß die Infektion durch Trinkwasser erfolge — in das die Mücken bei der Eiablage oder sonstwie gerieten und deren Filarien dann ins Wasser entschlüpften — war unter den damaligen Voraussetzungen, daß die Mücken überhaupt nur einmal im Leben Blut saugten, fast unabweisbar. Bancroft[11] dachte auch an die Möglichkeit, daß mit zerquetschten Mücken

angaben, in der Rüsselscheide zwar gewöhnlich nach vorn gerichtet, die Würmer können jedoch in der Rüsselscheide, die genügend Platz zum Umkehren bietet, hin und her wandern und ziehen sich manchmal nach dem Kopf der Mücke hin wieder daraus zurück[80].

*) Was übrigens bereits Eysell[65] neben seiner anderen Hypothese (siehe S. 263) und in gewissem Sinne auch Bancroft[11] (siehe weiter unten) in Erwägung gezogen hatte.

**) Die Versuchsperson, die sich freiwillig hierzu erbot („a person who voluuteered for this purpose"), war, wie mir v. Prowazek mitteilte, Bahr selbst; er hat diesen Heroismus in seinen Publikationen allerdings verschwiegen.

beim Essen oder Trinken in den Mund gelangte Larven sich vielleicht direkt in die Schleimhäute einbohren könnten und so der schädigenden Wirkung der Verdauungssäfte entgingen.

Gegen die Trinkwassertheorie*) spricht schon die Tatsache, daß sich die infektionsfähigen Filarienlarven in Wasser nicht halten, sondern nach einigen Stunden**) zugrunde gehen und noch viel schneller im Magensaft[80]; dagegen halten sie sich im Serum mindestens 36 Stunden[80], was darauf hindeutet, daß letzteres ihr physiologisches Medium ist. Ueberdies sinken die Larven im Wasser zu Boden[124] und kommen schon dadurch für Trinkwasser wenig in Betracht. Präpariert man die Larven nicht heraus, sondern bringt sie mit den infizierten Mücken ins Wasser***), so findet man sie nach Bancroft[11] nach 24 Stunden, nach Lebredo (auch bei völlig intaktem Chitinpanzer der Mücke) nach 24—28 Stunden abgestorben; überhaupt überleben die Filarien nach Bancroft die sie beherbergende Mücke nicht länger.

Die Wasserübertragung findet zwar noch Verteidiger (Maitland[159] und andere) und auch in der neuesten Auflage des Mansonschen Lehrbuches wird ihre Möglichkeit offen gelassen. Daß eine Infektion mittelst Wassers oder Nahrungsmitteln durch direktes Einbohren der Larven in die Mundschleimhaut, wie es Bancroft[11] in Erwägung zog (eventuell auch beim Baden durch die Haut hindurch) stattfinden könnte, ist, rein theoretisch betrachtet, ja denkbar. Nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse sind wir aber andererseits bei den so überaus geringen Chancen einer solchen „Wasserinfektion" und den so günstigen bei direkter Uebertragung durch den Mückenstich, wohl zu der Behauptung berechtigt, daß die Infektion durch Trinkwasser, Nahrungsmittel oder Baden, wenn überhaupt, so doch sicher nur eine ganz und gar verschwindende Rolle spielen wird: praktisch können wir sie jedenfalls getrost gleich Null betrachten.

F. Einwirkung der Temperatur auf die Filarienentwickelung in der Mücke und bei der Infektion des Menschen.

Sämtliche Autoren stimmen darin überein, daß die Entwickelung der Filarien in der Mücke sehr wesentlich von der Außentemperatur beeinflußt wird. So reifte die Bancrofti-Larve nach Bancrofts[11] in Australien angestellten Versuchen gewöhnlich in 16—17 Tagen in der Mücke aus, in einer besonders kalten Periode nahm die Entwickelung aber 35 Tage†) in Anspruch. Looss[137] gibt an, daß im

*) Geschichtliches hierüber siehe bei Penel.

**) Nach Bancroft[11] leben die Larven in Wasser 3—4, nach Lebredo bis 18, nach Bahr nicht über 7 und nach einer Notiz bei Penel 2—3 Stunden. Eintrocknen vertragen diese Stadien ebensowenig wie die des zirkulierenden Blutes[80].

***) Nach Bancroft und Lebredo bohren sich die Larven dabei nicht aus der Mücke heraus; es ist aber eigentlich nicht einzusehen, warum dies bei genügend hoher Temperatur nicht ebenso wie unter dem Mikroskop geschehen sollte.

†) In der von Rodenwaldt und mir verfaßten Zusammenstellung über die Filarien in der Eulenburgschen Realenzyklopädie[92] ist an der entsprechenden Stelle völlig sinnentstellend und falsch zu lesen: „Die Tatsache aber, daß Bancroft in Australien bei einem relativ heißen [statt kalten] Klima die Entwickelung in der Mücke erst in 44 [statt 35] Tagen sah etc." Wie leider

ägyptischen Winter die Filarienlarven zum Teil erst nach 41 Tagen reif wurden. Auch Lebredo betont den Einfluß der Wärme auf die Entwickelungszeit; bei Experimenten mit derselben Mückenart wurde in Havana bei einer Mitteltemperatur von 25,5° C in 15 Tagen, bei einer von 21,8° C in 19—23 Tagen die Ausreifung der Bancrofti-Larve erreicht. Bahr hatte entsprechende Resultate bei seinen mit Stegomyia pseudoscutellaris und der turnuslosen Bancrofti ausgeführten Versuchen: Zwischen Juli und November vollzog sich auf den Fidji-Inseln die Entwickelung erst in 21 Tagen, im November und Dezember bei einer um etwa 5° F (ca. 3° C) höheren mittleren Maximaltemperatur in 13 Tagen, in einzelnen Fällen sogar in 10 Tagen*). Die Zeit von 10 Tagen ist der schnellste, mir bekannte Termin, in dem die Ausreifung in der Mücke bisher für die Bancrofti-Larve beobachtet wurde; für Westindien gibt Low[142] $11^1/_2$ Tage, James für Britisch-Indien 12—14 Tage an.

Aehnliche Resultate wie die oben von Bancrofti mitgeteilten hatte Fülleborn[80] bei der Repens des Hundes in Anopheles maculipennis. Bei 26° C („Tropenzimmer") waren nach 13 Tagen, vielleicht schon nach 10 Tagen, Filarien in der Rüsselscheide vorhanden. Andere Anophelen derselben Versuchsserie wurden bei warmer Zimmertemperatur (ca. 20—21° C) gehalten und diese zeigten am 4. Tage die Filarien noch in dem langen dünnen Anfangsstadium in den Malpighischen Gefäßen, nach 20 Tagen waren die Larven noch im „Wurst-Stadium" und keine war ausgereift. Bei einer anderen Versuchsreihe waren die Filarien bei Zimmertemperatur nach 10 Tagen nur so weit herangewachsen, wie im „Tropenzimmer" in 5 Tagen: wurden sie dann aber bei ca. 26° C gehalten, so erfolgte ihre Weiterentwickelung in normaler Weise und nach 7-tägigem Aufenthalte bei dieser Temperatur durchbrachen sie die Malpighischen Gefäße**). Also auch in bezug auf zeitweise Temperaturerniedrigungen scheinen sich die Filarien ähnlich wie die Malariaparasiten in der Mücke zu verhalten***).

Die klimatischen Einflüsse sind aber nicht nur für das Reifen der Filarien in der Mücke von Bedeutung, sondern werden auch für das Zustandekommen der Infektion des definitiven Wirtes eine wichtige Rolle spielen. Denn nur bei genügend hoher Tem-

noch so mancher andere Fehler in den von mir verfaßten Abschnitten dieser Arbeit ist dies darauf zurückzuführen, daß ich die Korrekturen meiner Filarienarbeiten aus den Jahren 1908/09 nicht durchsehen konnte, da ich mich damals in der Südsee befand.

*) Genaueres siehe im Original (Lit. Nr. 9).

**) Nach den Untersuchungen von Bernard & Bauche (cf. S. 265/66, Anm.), die in Indochina experimentierten, fand bei Temperaturen zwischen 23—31° C eine Ausreifung von Repens-Mikrofilarien nur bei einem Teil der Stegomyien statt und dauerte dann 15 Tage, während sie bei 31—35° C nach 9 Tagen vollendet war; es erscheint danach fast, als ob die Repens in dem warmen Klima von Indochina höhere Temperaturen beanspruchte als es bei dem italienischen Repens-Material, mit dem Fülleborn in Hamburg arbeitete, der Fall war.

***) Die Temperatur ist demnach für die Schnelligkeit der Reifung der Filarien in der Mücke in allererster Linie entscheidend. Ob aber daneben nicht auch der Aufenthalt in einem weniger geeigneten Mückenwirt die Entwickelungszeit verlängern kann[111], ist damit noch nicht ausgeschlossen, wenn auch bisher nicht erwiesen; nach Fülleborn[80] treten Repens-Larven bei Stegomyia „anscheinend" etwas später in die Rüsselscheide ein als bei dem optimalen Zwischenwirt Anopheles maculipennis (cf. S. 265/66, Anm.).

peratur sind die Würmer — ganz wie die Ankylostomen-Larven — agil genug, um die Rüsselscheide und dann die Haut zu durchbohren. Auch der Feuchtigkeitsgrad der Luft dürfte nicht ohne Bedeutung sein, indem die Schweißsekretion dadurch beeinflußt wird, und, wie oben ausgeführt, Befeuchtung der Rüsselscheidenspitze für das Austreten der Filarien wesentlich ist. Feuchtwarme Monate, in denen sich die Lebensbedingungen ja auch für die Mücken am günstigsten gestalten[17], sind daher die für die Filarieninfektion am meisten in Betracht kommenden Abschnitte des Jahres.

II. Andere Stechinsekten als Zwischenwirte.

A. Stechfliegen.

Bei **Filaria loa** waren sämtliche Versuche[2, 150, 81], sie auf irgendwelche Mücken zu übertragen, absolut negativ, und ebenso solche, die mit den von Low[150] als mögliche Ueberträger in Betracht gezogenen Ornithodorus moubata und Flöhen angestellt wurden[81].

Manson[162] vermutete infolge des Diurna-Turnus der Larven, daß ein am Tage stechendes Insekt, vielleicht eine Fliege, der Ueberträger sei und dachte an die „Mangrove-Fliegen", speziell an Chrysops dimitiatus. Diese Vermutung Mansons hat sich bewahrheitet. Während frühere, mit anderen Stechfliegenarten angestellte Versuche[32, 81, 88] negativ waren, ist es Leiper[130] jüngst gelungen, nachzuweisen, daß die Metamorphose der Loa-Larve in den Speicheldrüsen von Chrysopsarten stattfindet; wie mir Dr. Low und Dr. Leiper mitteilten, wurde die Infektion bei Ch. dimitiatus (cf. Fig. 34, S. 310) und silacea nachgewiesen, jedoch sei Stomoxys als Ueberträger auszuschließen. Da die Gattung Chrysops kosmopolitisch ist, Loa aber ein recht begrenztes Verbreitungsgebiet besitzt, ist vielleicht nur eine Anzahl von Chrysopsarten zur Uebertragung geeignet.

Von Filarienübertragungen durch Stechfliegen berichtet auch Noè[192]; nach ihm wird Setaria labiato-papillosa durch Stomoxys übertragen, jedoch hält Ransom eine Verwechslung der von Noè in Stomoxys gesehenen Larven mit denen einer Habronemaart*) nicht für ausgeschlossen.

Für **Onchocerca volvulus** werden ebenfalls Stechfliegen als Ueberträger in Betracht gezogen und Brumpt[31] denkt speziell an Glossinen; für die nahe verwandte Onchocerca gibsoni der Rinder wird von Cleland Stomoxys als mutmaßlicher Ueberträger angesehen. Bisher sind die Mikrofilarien von Volvulus aber überhaupt noch nicht einwandfrei in der Blutzirkulation nachgewiesen worden (cf. S. 320), sondern nur in den Lymphspalten des bindegewebigen Wurmtumors, so daß man im Hinblick auf die Uebertragung von Acanthoheilonema grassi durch Zecken (siehe unten) auch bei Onchocerca an diese denken könnte, wenn die Beobachtungen von Cleland bei O. gibsoni nicht gegen eine Zeckenübertragung sprächen (cf. auch Anm.).

*) Habronema ist eine Onchocerca nahe verwandte Gattung, die im Magen von Pferden etc. lebt und deren mit dem Kot entleerte Brut in Fliegenlarven heranreift[217a]. Die ebenfalls in diese Gruppe gehörige Spiroptera sanguinolenta des Hundes und die von Fibiger im Rattenmagen angetroffenen (und in letzterem zu papillomatösen resp. carcinomatösen Wucherungen führende) Spiroptera-Art werden in gleicher Weise durch verschluckte Schaben (Periplaneta) übertragen. Schon aus diesen Analogien ist auch für Onchocerca ein Arthropodenzwischenwirt äußerst wahrscheinlich.

B. Zecken, Flöhe und andere Blutsauger.

Grassi & Calandrucio [zit. p. 211] geben an, daß sich eine Hundemikrofilarie, wahrscheinlich die von Recondita, in Flöhen und Zecken weiterentwickeln soll. Nach Noè [193] hat es sich bei diesen Zeckenexperimenten aber wahrscheinlich nicht um Microfilaria recondita, sondern um die Mikrofilarie von Acanthocheilonema grassi gehandelt, eine 570 μ lange und 12,5 μ dicke, gescheidete Mikrofilarie italienischer Hunde, welche nicht in der Blutzirkulation angetroffen wird und wegen ihrer Größe auch gar nicht im Blute zirkulieren könnte. Ueberträger dieser Mikrofilarie ist nach Noè die Zecke Rhipicephalus sanguineus, und zwar in beiden Geschlechtern; da die Zecken außer Blut auch reichlich Lymphe saugten, könne die Aufnahme der Mf. grassi in den Zeckenmagen erfolgen.

Auch für Perstans glaubte man, Entwickelung in der Zecke Ornithodorus moubata nachgewiesen zu haben, jedoch dürfte es sich bei den für Entwickelungsstadien von Filarien angesprochenen Gebilden nicht um solche gehandelt haben; die Uebertragungsversuche mit Flöhen, Sandflöhen, Läusen und Simulien waren bei Perstans resp. Demarquayi negativ, während in Mücken, wie oben bereits erwähnt, beginnende Entwickelung konstatiert wurde. (Genaueres siehe S. 312/13 u. 315.)

Nachgewiesen ist demnach für die Blutmikrofilarien des Menschen eine Weiterentwickelung nur in Mücken und Stechfliegen. Ueber die völlig abweichende Entwickelung von Dracunculus medinensis siehe S. 324 ff.

III. Die Ausreifung der Filarien im definitiven Wirt.

Ueber durch Stiche infizierter Mücken gelungene Immitis-Infektion von Hunden, bei negativem Befunde nach Verschlucken solcher Mücken, berichteten zuerst Grassi & Noè, jedoch wurde die Beweiskraft ihrer Experimente angefochten [239, 199].

Nach Bancroft [13] hatten seine anscheinend einwandfreien Uebertragungsversuche mit Immitis durch den Stich infizierter Mücken folgende Ergebnisse: Etwa 9 Monate in einem Falle $8^1/_2$ Monate, nach den infektiösen Mückenstichen fanden sich Mikrofilarien im Blute der Versuchshunde; nach 8 Monaten wurde sie noch nicht nachgewiesen. Nach 7 Monaten wurden bei der Sektion im Herzen erwachsene Würmer, aber ohne reife Embryonen gefunden; nach 9 Monaten daselbst angetroffene Würmer waren völlig geschlechtsreif. Ein Hund, der von 70 Mücken gestochen worden war, hatte 32 reife Würmer im Herzen, und zwar genau so viele ♂ wie ♀. Halberwachsene Würmer fand Bancroft in der Lunge.

Auch Dirofilaria repens scheint nach Bernard & Bauche ca. 1 Jahr zur Vollentwickelung nötig zu haben, jedoch kann Setaria labiato-papillosa der Rinder und Pferde nach denselben Autoren schon in ca. 3 Monaten ausreifen.

In bezug auf die Reifungszeit der Filarien des Menschen sind wir auf gelegentliche klinische Beobachtungen angewiesen.

Filaria loa ist, wenn sie sich ca. ein Jahr nach der mutmaßlichen Infektionsgelegenheit zuerst unter der Haut resp. der Conjunctiva bemerkbar macht, fast ausgewachsen, jedoch anscheinend erst erheb-

lich später geschlechtsreif[269, 167, 153a]; sicher kann dies aber nach ca. 3—4 Jahren*) der Fall sein, wie aus den Mikrofilarienbefunden von Külz[118] und Verdun & Bruyant hervorgeht (siehe auch S. 276). Die auf Loa bezogenen „Calabar-Schwellungen" (cf. S. 290) treten, wie mir Dr. Külz mitteilt, häufig schon nach 2—3 Monaten bei Neuankömmlingen auf, was vielleicht darauf hindeutet, daß die Würmer anfänglich ziemlich schnell wachsen.

Filaria perstans kann in $1^1/_2$ Jahren ausreifen; jedenfalls fand Hodges die zugehörigen Mikrofilarien in zwei Fällen bei Eingeborenen-Kindern von $1^1/_2$ Jahren, einmal bei einem $2^1/_2$-jährigen, dagegen nie bei Kindern unter einem Jahr. Külz bemerkte etwa 4 Jahre nach der ersten Infektionsmöglichkeit Perstans in seinem eigenen Blut.

Ueber die Reifungszeit von **Filaria demarquayi** ist mir nichts bekannt**).

Filaria bancrofti wird bei Kindern endemisch stark infizierter Gebiete sehr selten gefunden, jedoch wurde die turnuslose Bancrofti-Larve der Südsee im Blute bei 4- und 5-jährigen Kindern schon nachgewiesen[87, 9]; in dieser Zeit muß also das Ausreifen der Bancrofti stattfinden können, doch mag es, wie aus den Betrachtungen von S. 274ff. hervorgeht, auch vielleicht schon in erheblich kürzerer Zeit erfolgen. Der Umstand, daß auf die Bancrofti-Infektion bezogene klinische Symptome bei Neuankömmlingen schon nach 1—2 Monaten auftreten können[123, 33], würde wie bei Loa (siehe oben) dafür sprechen, daß die Würmer anfänglich schnell größer werden.

Von **Onchocerca volvulus** wissen wir, daß die für den Wurm charakteristischen Tumoren bei Kindern von 10 bis 12 Jahren, wenn schon in diesem Alter noch recht selten vorkommen[197, 118]; die ähnliche Onchocerca gibsoni der Rinder wurde im geschlechtsreifen Zustande allerdings schon bei einem 14 Monate alten Tiere gefunden[43]. Nach Labadie-Lagrave & Deguy enthielt ein wahrscheinlich 1893/94 während des französischen Dahomey-Feldzuges akquirierter Volvulus***) bei seiner Ende 1898 erfolgten operativen Entfernung noch keine Mikrofilarien.

Die erwachsenen Filarien.

I. Morphologie der erwachsenen Filarien.

Siehe hierüber S. 185ff. und in dem speziellen Teil (S. 301ff.).

*) Bei einem von zur Verth beschriebenen Falle würde nach der Krankengeschichte der erste Nachweis allerdings überaus spärlicher Mikrofilarien (eine in 40 Präparaten) schon 8 Monate nach dem ersten Auftreten der Calabarschwellungen und soweit ersichtlich etwa ein Jahr nach der Ankunft in Kamerun geglückt sein. Leider ist in der Vorgeschichte aber nicht bemerkt, ob der Patient sich vordem (außer in dem Loa-freien Togo) in endemischen Loa-Gebieten aufgehalten hat.

**) Ozzard zit. n. [50] sah die „Microfilaria ozzardi" bei einem zweijährigen Kinde, jedoch nicht bei noch auf dem Arm getragenen Kindern; da die ehemaligen Microfilaria-ozzardi-Befunde jetzt als Perstans- und Demarquayi-Mischinfektion angesehen werden, bezieht sich die Angabe vielleicht auf Demarquayi.

***) Es ist jedoch nicht völlig sicher, ob es sich dabei um Onchocerca volvulus gehandelt hat.

II. Biologie der erwachsenen Filarien.

Der Aufenthaltsort der erwachsenen Filarien ist bereits S. 193/94 kurz besprochen; genaueres darüber ist für Bancrofti S. 193/94, für Loa S. 308 ff., für Perstans S. 312, für Demarquayi S. 315, für Volvulus S. 318/19, für Dracunculus S. 323/24 zu ersehen.

Bei Körpertemperatur sind wohl alle Arten recht agil (z. B. Bancrofti[162, 137, 9], Volvulus[231] und Immitis[88]) und speziell von der Loa, die sich öfter unter der Conjunctiva oder der sonstigen Körperoberfläche zeigt, wissen wir, daß sie mit erheblicher Schnelligkeit (cf. S. 309) herumwandern kann. Besonders Wärme, z. B. Sitzen am Feuer, soll Loa an die Oberfläche locken[167, 210, 199] (oder wohl richtiger gesagt: die erhöhte Wärme macht die unter der Haut im Ruhestadium befindlichen Würmer mobiler, so daß sie zu wandern beginnen und dadurch bemerkbar werden).

Daß erwachsene Filarien durch die Placenta auf den Embryo überwandern könnten, ist für die im Bindegewebe lebenden Arten theoretisch nicht ausgeschlossen, jedoch halten die älteren Angaben von Gruby & Delafond [zit. n. 176], welche von erblicher Uebertragung bei Hundefilarien berichten, der Kritik nicht stand (cf. auch S. 244).

Im allgemeinen übertrifft die Anzahl der bei Sektionen etc. aufgefundenen Weibchen diejenige der Männchen um etwa das Doppelte; jedoch ist zu bemerken, daß man die viel kleineren Männchen auch leichter übersehen wird als die Weibchen.

Unter 16 von Bahr an Leiper gesandten, von 6 Fällen stammenden Bancrofti befanden sich 5 ♀ und 11 ♂; ebenso gibt Penel an, daß Bancrofti-♂ viel seltener als ♀ gefunden würden.

Unter 34 von Penel bei einer Sektion gefundenen Loa waren 12 ♂ und 22 ♀.

Auch Perstans-♂ sind nach Penel viel seltener als die ♀ und von Demarquayi kennt man bisher überhaupt nur 5 ♀ und nur ein Bruchstück eines ♂; wenn man Ozzardi als selbständige Form annehmen will (cf. S. 313 ff.), ist überhaupt nichts vom Demarquayi-♂ bekannt.

Bei der unter der Hundehaut lebenden Dirofilaria repens fanden Bernard & Bauche bei 2 Sektionen 17 ♂ und 30 ♀.

Bei der Dirofilaria immitis des Hundeherzens — in dem man die ♂ auch nicht so leicht übersehen kann — können ebenso viel ♂ wie ♀ vorhanden sein (cf. S. 269 und die unter 88 zitierte Arbeit), jedoch übertrifft nach Railliet[211*]) auch bei Immitis die Anzahl der ♀ gewöhnlich die der ♂ um das Doppelte bis Dreifache.

Auch im Onchocerca-Tumor scheinen die ♀ häufiger zu sein[197, 231, 295], jedoch wissen wir darüber nichts Genaueres.

In den reifen Weibchen findet man die ausführenden Geburtswege mit geburtsreifen Larven vollgepfropft, und bisweilen kann man deren Entleerung aus der Vulva unter dem Mikroskop beobachten. Bahr, der bei einem offenbar vollentwickelten (bei der Sektion eines Mannes, der 9 Monate hoch gefiebert hatte, gefundenen) Bancrofti-Weibchens keine Larven, sondern nur Eier in den Geburtswegen vorfand, hält es für wahrscheinlich, daß die Larvenentleerung in Schüben erfolge, wodurch pathologische Prozesse (Lymphangitis, Orchitis, Funiculitis und Calabarschwellungen) verursacht werden

*) Allerdings ist die Abtrennung der Repens von Immitis erst nach dieser Publikation von Railliet erfolgt; jedoch erhoben auch Fülleborn & Bach jüngst einen Befund mit doppelt soviel Immitis ♀ wie ♂.

könnten; seine Ausführungen scheinen mir aber nicht zwingend zu sein *).

Die von einem Filarien-Weibchen produzierte Mikrofilarien-Menge kann man nicht ohne weiteres aus der Anzahl der im Blute zirkulierenden Larven und der bei späterer Sektion aufgefundenen Würmer taxieren, ganz abgesehen davon, daß man höchstens bei der Immitis des Hundeherzens darauf rechnen kann, so ziemlich alle Weibchen auch aufzufinden **); genauer ist diese Frage auf S. 274 ff. erörtert. Nur Transplantationsversuche geschlechtsreifer Weibchen in freie Tiere können einen etwas genaueren Anhalt liefern. Ein solcher Versuch[226, 88] ergab, daß die von 5 Repens ♀, bei denen wegen Abwesenheit von Männchen erneute Befruchtung ausgeschlossen

*) Aus der Krankengeschichte, die Bahr als Argument für seine Auffassung anführt, scheint mir nur hervorzugehen, daß einige Male auftretende eitrige (resp. seröse) Ergüsse in die Hodenhüllen eines unter genauer Kontrolle stehenden Patienten Mikrofilarien enthielten, und daß darin kulturell keine Bakterien nachgewiesen wurden; außerdem hatte sein Patient Leistendrüsenentzündung und Funiculitis gelegentlich solcher Anfälle, und das Blut enthielt stets gleichmäßig viel Bancrofti-Mikrofilarien.

Daß solche Entzündungen, resp. die der Lymphbahnen irgendwie mit Bancrofti zusammenhängen, ist ja kaum zu bezweifeln, und gerade die Arbeiten von Bahr werden manchen Skeptiker bekehrt haben (wieweit eine gleichzeitige Bakterieninfektion in Betracht kommen mag, wird S. 284 und 286 ff. besprochen werden). Es ist aber eigentlich nicht einzusehen, warum bei der angeführten Krankengeschichte, resp. bei Lymphangitis, Orchitis und Funiculitis, gerade eine periodische Entleerung der Mikrofilarien eine pathogene Rolle spielen, und nicht eine Blockade der Lymphgefäße durch die erwachsenen Würmer — die ja auch Bahr als die beste Erklärung für die Elephantiasis betrachtet — genügen sollte; daß für die Filarien-Lymphangitis aber die Anwesenheit von Mikrofilarien nicht notwendig ist, belegt er selbst durch einen Befund.

Außerdem ist gar kein Beweis erbracht (resp. wegen für die Punktion allzu geringer Flüssigkeitsmengen vielleicht auch nicht erbringbar gewesen), ob in dem oben angeführten Falle nicht auch außerhalb der Orchitis-Anfälle die Flüssigkeit der Hodenhöhle Mikrofilarien enthalten hat. Wäre aber auch der Beweis geliefert, daß nur während jener Anfälle Mikrofilarien in der Flüssigkeit vorhanden waren, so könnte ein solcher Befund zwanglos so gedeutet werden, daß sich infolge Verlegung der Lymphgefäße durch erwachsene Würmer ein Erguß in die Hodenhöhle eingestellt habe und daß damit auch die Mikrofilarien eingeschwemmt wären. Wäre die Zahl der Mikrofilarien in solchen Ergüssen ganz auffällig hoch, so könnte man an vorzeitige Ausstoßung aller geburtsfähigen Larven durch die infolge der Gewebsschädigung „abortierenden" Mutterwürmer denken. Bahr fand auch tatsächlich unter solchen Bedingungen noch nicht völlig reife Larven in Punktions-Flüssigkeiten; daß er nach einer langdauernden Fieberperiode ein anscheinend voll entwickeltes Weibchen ohne Embryonen antraf, wurde bereits oben erwähnt.

Auf die gleichfalls von Bahr in diesem Zusammenhange angezogenen Befunde Mansons bei Calabar-Schwellung komme ich auf S. 292 zurück.

**) Bei Bancrofti haben solche Taxierungen schon aus diesem Grunde sehr wenig Zweck (näheres siehe Fülleborn[81 S. 8. Anm. 2]). Bei einem von Fülleborn & Bach sezierten kleinen Immitis-Hunde fanden sich, obschon nur 5—6 ♀ und 3 ♂ im Herzen und in der Lunge nachweisbar waren, im peripheren Blute bei Lebzeiten des Hundes stets recht reichliche Mikrofilarien-Mengen und das bei der Sektion entnommene Lungen-Herzblut enthielt in 20 cmm die ungeheure Menge von ca. 6400 Mikrofilarien; freilich ist es, wie ja in allen solchen Fällen, nicht auszuschließen, daß erwachsene Würmer, die von ihrer Brut überlebt wurden, vorher abgestorben waren.

Im Gegensatz hierzu waren in einem von Penel untersuchten Loa-Falle, trotz des Nachweises von 34 anscheinend reifen (cf. S. 310) Geschlechtstieren (22 ♀) nur spärliche Mikrofilarien im Blute vorhanden; vielleicht ist die Reproduktionsfähigkeit der Loa eine relativ geringe — was auch mit den sonstigen Erfahrungen gut übereinstimmen würde — vergleiche jedoch auch S. 276 ff.

war, gelieferte Mikrofilarienmenge genügte, um sie im peripheren Blute (Zentrifugat) eines mittelgroßen*) Hundes nach spätestens $2^1/_2$ Monaten nachweisbar zu machen und nach weiteren 3 Wochen waren in 15 Tropfen Blut etwa 10 Mikrofilarien enthalten.

Unter normalen Bedingungen scheint die Fruchtbarkeit der Weibchen sehr lange anzuhalten. So zeigte ein von Rodenwaldt[230] untersuchter Fall 7 Jahre nach dem Verlassen des Loa-Gebietes wandernde Loa-Würmer und in seinem Blute Diurna-Mikrofilarien; letztere konstatierte auch Brumpt [zit n. 199] noch 5 Jahre und Low[153a] $6^1/_2$ Jahre nach Verlassen der infizierten Gegend. Auch Microfilaria perstans wurde von Manson[162] $6^1/_2$, von Firket 6 Jahre nach dem Verlassen des Perstans-Gebietes beobachtet.

Die Lebensdauer der erwachsenen Filarien ist, wie sich bereits aus diesen Zahlen ergibt, eine sehr lange. Von Loa wissen wir, daß sich wandernde Würmer sogar 13 Jahre nach dem Verlassen infizierter Gegenden bemerkbar machten[269]; im Kindesalter akquirierte Volvulus-Tumoren können das ganze Leben lang bestehen[31]. Hundefilarien besitzen nach den im Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten gemachten Erfahrungen ebenfalls eine zum mindesten nach mehreren Jahren zählende Lebensdauer.

Auch unter abnormen Bedingungen ist die Lebenszähigkeit der erwachsenen Filarien sehr groß. So halten sich Immitis nach dem Tode des Hundes nicht nur tagelang lebendig[88, 273], sondern Filarien überstehen auch lange Fieberperioden des Wirtes, die anscheinend zum Absterben ihrer Brut geführt haben[9, 88] (cf. S. 271), ja selbst im Eiter eines Abszesses fand Rodenwaldt[231] ein lebhaft bewegliches Volvulus-Weibchen**) und Fülleborn[88] beobachtete ähnliches bei seinen Immitisversuchen. Länger dauernde Eiterungen töten freilich schließlich die Filarien ab, so daß sie in jenen Abszessen, zu denen sie so oft die Veranlassung geben (cf. S. 283/84), meist nicht mehr auffindbar sind.

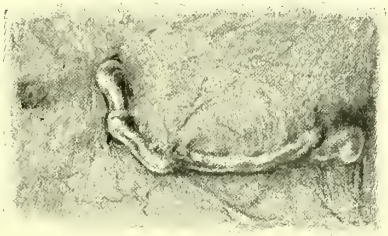


Fig. 22. Verkalkte Filarie (wahrscheinlich Loa) in natürlichem Situs. Gezeichnet nach einem von Dr. Külz gefertigten Präparate.

Abgestorbene Filarien***) können auch verkalken, und man kennt solche von Loa[30], Dracunculus und Bancrofti (Fig. 22). Bei letzterer wurden sie zuerst von Wiese und dann in einer ganzen Reihe von Exemplaren von Bahr in Lymphdrüsen und im Nebenhoden aufgefunden, wo sie gleich den lebenden Würmern durch entzündliche Wucherungen der Lymphgefäßwände zum Verschluß der Lymphbahnen führen können; auch Low[152a] erwähnt verkalkte Bancrofti. Von Bahr werden sie genau beschrieben und abgebildet: Es sind wurmförmige, gelbliche Gebilde, die anfänglich alle Strukturen

*) Je größer das Wirtstier ist, um so mehr wird die Mikrofilarienmenge natürlich „verdünnt".

**) Auch in den Fällen von Külz & Bach[295] scheinen sich, nach dem Erhaltungszustand zu schließen, Volvulus ♀ im Abszeßeiter lebend erhalten zu haben.

***) Infolge der Lymphgefäß-Entzündungen dürfte ein vorzeitiges Absterben bei Bancrofti häufiger sein als bei anderen Arten.

der Würmer erkennen lassen. In einem späteren Stadium scheint der Kalk wieder resorbiert zu werden, wenigstens fand Bahr bei sorgsamem Suchen in verschiedenen Organen winzige gelbe Nadeln oder hirsekorngroße, ovale, gelbe Gebilde, die sich bei genauerer Untersuchung als Reste mumifizierter Filarien herausstellten.

Medikamentöse Schädigungen der erwachsenen Würmer konnten bisher im Körper des Wirtes nicht einwandfrei erzielt werden; die aus dem Rahmen des sonst Berichteten fallenden Angaben von P. M. & J. T. Pilcher (siehe S. 241 Anm. *) über Salvarsanerfolge möchte ich nicht ohne weiteres dahin zählen. Auch Antihelminthica gaben nach einer Notiz von Railliet (cf. S. 241) keine Beeinflussung von Immitis; jedoch ist es andererseits wohl möglich, daß z. B. Extractum filicis (oder dessen Derivate), ebenso wie es bei Bilharziose und bei der Leberegel-Infektion der Schafe[217] der Fall sein soll, eine abtötende Wirkung haben könnte. Röntgenbestrahlungen haben anscheinend eine schädigende Wirkung auf die erwachsenen Filarien, jedoch sind die bisher in dieser Hinsicht vorliegenden Resultate noch nicht genügend gesichert[275, 273, 88]. Daß jedoch ein Abtöten der Filarien nicht ohne weiteres auch einen therapeutischen Erfolg bedeuten würde, ist auf S. 240 erörtert.

[Positive Filarienbefunde bei negativem Mikrofilarienbefunde und umgekehrt.]

Das Fehlen oder Verschwinden von Mikrofilarien in Fällen, wo die Anwesenheit von Geschlechtstieren erwiesen oder doch äußerst wahrscheinlich war, hat im Zusammenhang mit der Loa-Diurna-Frage und der nach der Elephantiasis-Aetiologie zu zahlreichen Erörterungen geführt.

Bevor wir auf die Erklärungsversuche der Einzelfälle eingehen, ist es zweckmäßig, folgende Punkte, deren nähere Begründung in den früheren Kapiteln enthalten ist, vorweg hervorzuheben:

1) Sind die Würmer noch nicht geschlechtsreif (resp. sterben sie vor erlangter Reife ab), so können wir natürlich auch keine Mikrofilarien erwarten; ebenso nicht, wenn zufällig nur Männchen oder nur Weibchen übertragen wurden, oder wenn die Anzahl der Filarien so gering ist, daß sich die beiden Geschlechter im Körper des Wirtes vielleicht verfehlen.

2) Sind die Würmer geschlechtsreif, so wird bei der Langlebigkeit der Mikrofilarien die Anzahl der letzteren unter normalen Umständen wahrscheinlich bis zu einem sich mehr oder weniger konstant haltenden Maximum anwachsen; je mehr geschlechtsreife Weibchen vorhanden sind, um so größer wird unter sonst gleichen Bedingungen wohl auch die Anzahl der Mikrofilarien sein, falls nicht vielleicht der Körper des Wirtes durch Bildung von Abwehrstoffen der Ueberschwemmung mit Filarienbrut schließlich eine Grenze setzt (cf. S. 300/01).

3) Sind nur wenige Mikrofilarien produziert, so werden sie uns bei Untersuchung des peripheren Blutes um so eher entgehen, als ein großer oder gar der größte Teil davon ja in der Lunge stecken.

Ferner besteht die Möglichkeit, daß die Mikrofilarien zwar in die Bindegewebsspalten oder in die Lymphgefäße selbst abgelegt

werden, aber nicht in die Blutzirkulation geraten. Bei Bancrofti kann dies infolge pathologischer Verlegungen der Lymphbahnen der Fall sein; für Onchocerca volvulus spricht manches dafür, daß deren Mikrofilarien ebenso wie die von Acanthocheilonema grassi das Lymphgefäßsystem nicht verlassen (cf. S. 268 ff.); für Loa hat man in dem Bestreben, die Fälle zu erklären, wo trotz Anwesenheit von wandernden Würmern keine Mikrofilarien im Blute erschienen, solche und ähnliche, aber bisher durch Tatsachen nicht gestützte Annahmen ebenfalls in Erwägung gezogen[117] (s. hierzu auch Lit. Nr. 167 S. 684).

4) Eine Abnahme oder völliges Verschwinden der Mikrofilarien, zuweilen innerhalb ganz kurzer Zeit, kann anscheinend durch akzidentelles Absterben, z. B. infolge von Krankheitsprozessen des Wirtes stattfinden (cf. S. 235), während die Elterntiere dabei am Leben bleiben können*), und dann eventuell später wieder neue Brut produzieren.

Theoretisch vorstellbar wäre es auch, daß die Mikrofilarien in solchen Fällen, wo sie aus dem Hautblute für längere Zeit mehr oder weniger verschwinden, zwar am Leben geblieben sind, aber zeitweise die Fähigkeit verlieren, in der Zirkulation zu erscheinen, daß z. B. dieselben Einflüsse, welche die Nocturna normaliter nur am Tage in der Lunge zurückhalten, nun auch in der Nacht in stärkerem Maße als sonst wirksam sind; diese Hypothese ist aber zum mindesten für die Fälle, wo die Mikrofilarien für die Dauer aus der Zirkulation verschwinden, recht unwahrscheinlich. Periodische Entleerungen der Mikrofilarien aus den Geburtswegen der Weibchen würden, wenn überhaupt vorhanden (cf. S. 271), bei der Langlebigkeit der Mikrofilarien nur dann ein zeitweises Verschwinden und Wiederauftreten**) der letzteren erklärbar machen, wenn diese periodischen Entleerungen erstens in überaus langen Pausen stattfänden und zweitens bei allen oder fast allen Weibchen gleichzeitig einträten; letzteres ist aber mehr als unwahrscheinlich.

5) Endlich könnte auch der Fall eintreten, daß — wie bei künstlicher Uebertragung von Mikrofilarienblut — nur Mikrofilarien und keine erwachsenen Würmer im Körper des Wirtes vorhanden sind, wenn nämlich beim zufälligen Tode der Elterntiere die letzteren von ihrer Brut überlebt werden.

6) Die Anzahl der erwachsenen Filarien ist, wenn man die Mikrofilarien im gewöhnlichen Blutpräparate nachweisen kann — wenn gewissermaßen klinisch die „Mikrofilarien-Pegelhöhe" erreicht ist — offenbar in der Regel eine recht beträchtliche, wennschon sich die von einem Weibchen produzierte Mikrofilarienmenge schwer genauer bestimmen läßt (cf. S. 272). Daß Dutzende von Filarien im Körper vorhanden sein können, wie es schon Bancroft[11] und Manson[165] annahmen, wird für Loa (cf. S. 309) durch die Untersuchungen von Penel, Külz, Connal und anderen erwiesen, und für Bancrofti werden die Angaben der älteren Autoren

*) Bahr fand größere Mengen von lebenden erwachsenen Bancrofti in affizierten Lymphdrüsen, ohne daß Mikrofilarien im Drüsensaft oder peripheren Blute vorhanden waren; in einem Falle waren die Mikrofilarien innerhalb der lebenden Mutter abgestorben.

**) Von dem „Turnus" ist hier natürlich nicht die Rede, sondern von wochen- resp. monatelangem Verschwinden der Larven aus der peripheren Zirkulation.

neuerdings von Fülleborn[81] und besonders von Bahr bestätigt, der in einer einzigen vergrößerten Epitrochlear-Lymphdrüse 13 Exemplare fand; wie zahlreich sie in einem sonst normalen Samenstrange sein können, zeigt Fig. 23.

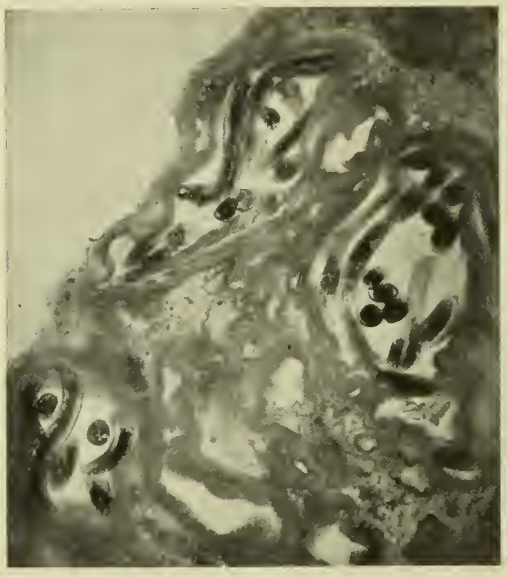


Fig. 23. Schnitt durch den sonst normalen Samenstrang eines Chinesen mit zahlreichen Querschnitten von erwachsenen Bancrofti. Mikrophot. ca. 10:1. (Bei der sehr sorgsamen Sektion des Falles waren trotz stundenlangen Suchens an den sonst üblichen Stellen im ganzen nur auf 2—3 Würmer zu beziehende Fragmente gefunden worden, offenbar, weil die dünnen Würmer sich makroskopisch allzu leicht der Beobachtung entziehen.)

[Die Loa-Diurna-Frage.]

Daß die Loa-Larve tatsächlich mit der Microfilaria diurna identisch ist, kann jetzt wohl nicht mehr bezweifelt werden (cf. S. 229). Frühere Beobachter stießen sich daran, daß man keineswegs in allen Fällen, wo wandernde Loa bemerkt wurden, auch Microfilaria diurna im Blute fand, während umgekehrt beim Vorhandensein von Diurna im Blute manchmal nichts von wandernden Loa-Larven bemerkbar war.

Der letzte Punkt ist wohl mit Penel und Külz[117] einfach dadurch zu erklären, daß die Loa sich nicht immer unter der Körperoberfläche und speziell unter der Conjunctiva — wo sie ja am ehesten auffallen — bemerkbar zu machen brauchen: Es kann auch eine Familie im Hause sein, wenn sich die Eltern nicht gerade am Fenster zeigen.

Auch das Fehlen von Mikrofilarien bei positivem Loabefunde ist im allgemeinen nicht schwierig zu erklären: eine in der Conjunctiva oder sonstwo bemerkte Loa ist noch kein Beweis dafür, daß genügend davon im Körper vorhanden sind, um den „Mikrofilarien-Pegel" zu erreichen, und speziell zur Zeit, wo die Loa am wanderlustigsten sind, sind die Weibchen in der Regel noch nicht geschlechtsreif (cf. S. 309/10), sondern werden es anscheinend erst etwa 2—3 Jahre nach dem ersten Bemerkbarwerden, d. h. ca. 3—4 Jahre nach der mutmaßlichen Infektion (cf. S. 269/70). Das gleichzeitige Vorhandensein von Loa und Diurna bei derselben Person wurde zuerst von Manson konstatiert; jetzt ist die Anzahl der bekannten Fälle eine recht erhebliche.

Schwierigkeiten machen freilich die Fälle, wo — wie in dem von Robertson zit. n. 269 beobachteten — beim sichtlichen Vorhanden-

sein sehr vieler Loa-Würmer noch nach 10 Jahren keine Diurnae nachweisbar waren; auch Low[153a], der einige Fälle längere Zeit hindurch genau verfolgt hat, fand ca. 4—5 Jahre nach dem Bemerkbarwerden wandernder Würmer resp. von Calabarschwellungen keine Diurna im Blute*). Die Angaben, daß, obschon Loa-Infektion in endemischen Gegenden nachweislich bei Kindern überaus häufig konstatiert wird[269, 77, 118], Microfilaria diurna bei Kindern unter dem 11. resp. 13.—14. Jahre nicht angetroffen wurde[2, 77], dürften jedoch nicht einwandsfrei sein, worauf wir in einem späteren Kapitel (S. 298) noch zurückkommen.

[Verschwinden der Mikrofilarien bei Elephantiasis.]

Wie aus den Erörterungen von S. 286 ff. hervorgeht, ist ein inniger Zusammenhang zwischen Elephantiasis und der Bancrofti-Infektion unverkennbar; trotzdem findet man meist die Elephantiasis-Kranken in einem erheblich geringeren Prozentsatz mit Mikrofilarien behaftet, als es bei dem Durchschnitt der gesunden Bevölkerung der Fall ist[167, 148, 50**]).

Die Erklärung, daß den Mikrofilarien (die bei Bancrofti ja in die Lymphgefäße abgelegt werden) durch den Elephantiasisprozeß, der zur Verlegung der Lymphwege führt***) und auch Mutterwürmer töte, die Passage zum Blutgefäßsystem via Ductus thoracicus abgeschnitten würde, wie die Theorie Mansons[167] lautet, dürfte für sich allein zur Erklärung kaum genügen, was übrigens auch Manson zugibt.

Es ist zwar, besonders nach den neueren Untersuchungen von Bahr, gar nicht zu bezweifeln, daß eine solche Verlegung von Lymphgefäßen durch die Elternwürmer resp. deren verkalkte Leiber wesentlich dazu beitragen wird, die Mikrofilarien der von Elephantiasis behafteten Glieder von der Blutzirkulation auszuschließen. Andererseits wissen wir aber, daß die Bancrofti-Elterntiere in einem solchen Patienten wahrscheinlich nach Dutzenden zählen, und es ist nicht anzunehmen, daß sie alle gerade in dem einen Bein oder in dem einen Arm stecken sollten, der von Elephantiasis befallen ist. Ein vollständiges Verschwinden der Mikrofilarien aus der Zirkulation infolge mechanischer Behinderungen durch den Elephantiasisprozeß wäre somit kaum erklärlich, zumal in endemischen Gegenden auch die Elephantiasis-Kranken fortwährend Neuinfektionen ausgesetzt sind. Dagegen scheint mir die Tatsache, daß Manson[166], Bahr und andere (cf. S. 235) nach lymphangitischen Prozessen, die ja das Wesen der Elephantiasis aus-

*) Ich wage keinen Erklärungsversuch — man könnte an vorzeitiges Absterben der Würmer oder deren Brut, an ausnahmsweises Nicht-in-die-Blutzirkulation-gelangen der Mikrofilarien etc. (cf. S. 275 oben) denken — möchte aber darauf hinweisen, daß man früher wahrscheinlich nicht immer die Mikrofilarien-Untersuchungen in dicken Tropfen, sondern oft im einfachen dünnen Ausstrich vorgenommen hat, wobei vorhandene Würmer leicht übersehen werden können (cf. S. 195 und auch 298); für die sorgsamen Untersuchungen von Low gilt dies freilich nicht.

**) Für Fidji trifft dies allerdings nicht zu. Hier war nach den Tabellen von Bahr der Prozentsatz der Elephatiasiskranken, welche Mikrofilarien im Blute hatten, etwa ebenso hoch wie bei den in Betracht kommenden Altersklassen der übrigen Bevölkerung.

***) Ob durch lebende oder tote erwachsene Würmer, oder deren Eier, oder durch lebende oder tote Mikrofilarien, oder infolge von konsekutiven Gewebsreaktionen (cf. S. 286 ff.) ist in diesem Zusammenhange gleichgültig.

machen, ein ganz plötzliches, zuweilen innerhalb 24 Stunden konstatierbares Verschwinden der Mikrofilarien beobachteten, eine recht plausible Erklärung für das Fehlen der Nocturna*) bei Elephantiasis zu bieten: Offenbar töten bei diesen Prozessen irgendwelche Giftsubstanzen die Mikrofilarien ab; ob dies Bakterientoxine oder andere noch unbekannte Schädlichkeiten sind, ist in diesem Zusammenhange nicht wesentlich.

Sollten in den Fällen von Orchitis, Lymphadenitis und Lymphangitis, wo, wie in den Krankengeschichten von BAHR, ein rapides Verschwinden der Mikrofilarien aus dem Blute beobachtet wurde, auch wirklich alle erwachsenen Würmer allein in den befallenen Körperteilen gesessen haben, und sollte der Verschluß ihrer Lymphbahnen, was ebenfalls wenig wahrscheinlich ist, innerhalb 24 Stunden für die Dauer komplett geworden sein, so wäre dadurch ja gar nicht einmal die plötzliche Abnahme der Mikrofilarien in der Zirkulation zu erklären, da die bereits im Blute kreisenden von dem Vorgange überhaupt nicht betroffen worden wären.

Freilich konnte BAHR solche Giftstoffe bisher im Blute geeigneter Fälle nicht nachweisen, wenn er letzteres in vitro auf Mikrofilarien einwirken ließ, jedoch bedarf diese Frage noch weiterer Untersuchungen (cf. S. 235).

Sind mit einem Schlage alle oder die meisten Mikrofilarien aus der Zirkulation entfernt, so wird es eine gewisse Zeit dauern, bis die Muttertiere — soweit sie bei dem Entzündungsprozeß nicht in den betroffenen Lymphbahnen ebenfalls zugrunde gegangen sind — genügend neue Brut erzeugt haben, um den „Mikrofilarien-Pegel" zu erreichen; folgt nun, wie dies bei Elephantiasis ja die Regel ist, dem einen Lymphangitisanfall bald ein zweiter und weitere, so werden trotz im gesunden Gewebe vorhandener Mutterwürmer die Mikrofilarien in der Blutzirkulation auch dauernd fehlen können. Je nachdem die Lymphangitisanfälle zahlreicher oder weniger häufig sind, die Noxe alle oder nur einen Teil der Mikrofilarien tötet, eine größere oder geringere Anzahl der Elterntiere abstirbt oder eventuelle Neuinfektion die toten Elterntiere ersetzt, sind alle Uebergänge von dem vollständigen Fehlen von Mikrofilarien bei Elephantiasis bis zu einem relativ zahlreichen Mikrofilarienbefunde, damit, wie ich glaube, ungezwungen erklärbar**).

Die pathogenen Wirkungen der Filarien des Menschen***).

I. Von den Filarien gebildete spezifische Substanzen.

A. Eosinophilie erzeugende Substanzen und sonstiger Blutbefund.

Die wohl allen Filarieninfektionen zukommende und für Bancrofti, Loa, Perstans, Volvulus[287] und Medinensis erwiesene erhöhte Eosinophilie des Blutes scheint dafür zu sprechen, daß durch die

*) Nach OUZILLEAU würden auch Microfilaria loa und perstans bei Elephantiasis-Kranken spärlicher sein als bei dem Durchschnitt der gesunden Bevölkerung; allerdings bringt OUZILLEAU diese Beobachtung in Zusammenhang mit Volvulus-Infektion, die auch bei nicht an Elephantiasis leidenden eine Verminderung von Loa und Perstans zur Folge hätte (eine kritische Besprechung seiner Befunde siehe S. 320/21).

**) Ueber das Fehlen der Mikrofilarien von Onchocerca volvulus in der Blutzirkulation siehe S. 320.

***) In Bezug auf die noch verhältnismäßig wenig untersuchte pathologische Anatomie der Filarienkrankheiten verweisen CASTELLANI & CHALMERS besonders auf MACKENZIE, YOUNG und die Arbeiten MANSONS, der die Haupt-

Filarien, ebenso wie durch Ankylostomum und andere Helminthen Stoffe gebildet werden, auf die der Körper eben mit vermehrter Bildung von eosinophilen Zellen reagiert*).

Man findet auch bei Filarien starke lokale Eosinophilie in der Nachbarschaft von lebenden und abgestorbenen erwachsenen Würmern; Bahr beschreibt dies von Bancrofti, Fülleborn und Schilling-Torgau fanden sie in Volvulus-Knoten, und ebenso können Loa-Abszesse**) nach Löhlein starke Eosinophilie zeigen. Auch die mit Filaria loa offenbar in Zusammenhang stehenden Calabarschwellungen (cf. S. 290) enthalten nach Nattan-Larrier & Parvu Anhäufungen vieler eosinophiler Zellen***), und die Autoren meinen anscheinend, daß letztere in loco gebildet und dann in die Zirkulation getragen würden; sie fanden während des Bestehens der Schwellungen 40 bis 70 Proz. Eosinophiler im Blute, in der freien Zeit 24—54 Proz., und ähnliche Resultate hatte auch Meinof. Nach neueren Erfahrungen[269a] ist jedoch anzunehmen, daß die lokalen Eosinophilie-Herde auch bei Filarien-Infektion — ebenso wie nachweislich bei der mit anderen Helminthen — vom Blute aus mit Eosinophilen gespeist wurden und nicht umgekehrt.

Ob auch die Mikrofilarien eine Vermehrung der Eosinophilen verursachen können, wissen wir nicht†). Den Angaben von Gul-

ergebnisse in seinem Lehrbuche der Tropenkrankheiten zusammenfaßt. Eine sehr ausführliche Zusammenstellung über die pathologische Anatomie, speziell bei Bancrofti, enthält die Filarien-Monographie von Clarac, Lebœf & Rigollet in dem von Grall & Clarac[96] zusammengestellten Handbuch; über die pathologische Anatomie der Elephantiasis siehe auch bei Kreibich[114]. Angaben über die pathol. Anatomie finden sich ferner bei Rodenwaldt und sehr wichtige Untersuchungen liegen neuerdings von Bahr vor. Ueber Volvulus siehe die unter Nr. 79 zitierte Arbeit.

*) Ausnahmsweise kann allerdings auch bei Bancrofti[228] und Loa[250] Eosinophilie fehlen.

Bei erwachsenen Fidschi-Leuten, in deren Blute Mikrofilarien nachweisbar waren, zeigte sich nach Bahr kein Unterschied in der Anzahl der eosinophilen Zellen des Blutes gegenüber Individuen ohne Mikrofilarien, und auch die Infektion mit Darm-Helminthen verursachte keine Differenzen; es waren im Mittel bei allen seinen Serien die hohen Zahlen von 13—15 Proz. Eosinophiler vorhanden. Die Abwesenheit von Mikrofilarien ist allerdings nicht ausschlaggebend für das Nichtvorhandensein einer Filarieninfektion und Bahr meint, daß wohl alle Fidschi-Leute einmal im Leben Filarien beherbergen; eingeborene Kinder wurden anscheinend leider nicht auf Eosinophilie untersucht. Mit Bancrofti behaftete Europäer zeigten auch in Fidschi einen höheren Prozentsatz Eosinophiler als davon freie.

**) Ich möchte auf Grund der Ausführungen von Külz[119] annehmen, daß es sich bei den von Löhlein untersuchten Abszessen eher um Loa als um Volvulus gehandelt hat, obschon auch letzterer nachweislich Abszesse verursachen kann (cf. S. 319).

***) Auch Martin Mayer fand zahlreiche Eosinophile in der Punktionsflüssigkeit einer Calabarschwellung; allerdings ist es nach Werner schwierig, mit der Punktionsspritze durch Aspiration genügend Gewebsflüssigkeit aus der Schwellung zu gewinnen. (Persönliche Mitteilungen.)

†) Daß jedenfalls auch ohne das Vorhandensein von Mikrofilarien bei Personen mit Calabarschwellungen die höchsten Grade von Eosinophilie erreicht werden können, geht, abgesehen von den Beobachtungen von Low[150, 152, 153a] und anderen, auch aus einem kürzlich in Hamburg beobachteten, von Hapke beschriebenen Fall hervor, wo ein an derartigen Schwellungen leidender Europäer, der noch keine Microfilaria diurna im Blute hatte — und wegen der Kürze der seit der Infektionsmöglichkeit verflossenen Zeit auch nicht haben konnte —, eine Eosinophilie von 67 Proz. aufwies. Eine besondere starke Eosinophilie gerade im Anfange einer Wurminfektion würde auch mit sonstigen Beobachtungen gut übereinstimmen[252].

lard, Whyte und anderer Autoren, welche eine dem Anstieg der Nocturnazahl im Nachtblut korrespondierende Zunahme der Eosinophilen zu dieser Zeit konstatierten, während nach den Zahlen von Calvert das Umgekehrte der Fall war, stehen die Untersuchungen von Bahr gegenüber, welcher bei allerdings nur je einem Nocturna- und Diurna-Fall*) keine gesetzmäßigen Beziehungen zwischen der stündlichen Mikrofilarienanzahl des peripheren Blutes und dessen Eosinophilen konstatieren konnte, und auch nach den Untersuchungen von Tanaka korrespondierte die im Laufe von 24 Stunden zu verschiedenen Zeiten gefundene Mikrofilarien-Anzahl nicht mit der jeweiligen Höhe der Eosinophilie; sollten solche gesetzmäßigen Beziehungen der Eosinophilie zu den „Turnus-Zeiten" dennoch vorhanden sein, so müßten diese allein durch den Ortswechsel der Mikrofilarien bedingt werden**). Daß die Menge der Eosinophilen bei stark mit Nocturna infizierten Leuten nach Tanaka & Mine größer ist, als bei schwächer infizierten, könnte allein durch eine vermehrte Anzahl erwachsener Würmer erklärt werden.

Anämien scheinen nach der Ansicht der meisten Autoren durch Filarien nicht hervorgerufen zu werden[38, 9, 153a], wennschon sie sich im Verlaufe von Hämatochylurie oder ähnlichen Folgeerscheinungen von Filarienerkrankungen einstellen können[38]. Allerdings erwähnen Leber & Prowazek[38], daß Microfilaria-bancrofti-Träger, bei denen sich sonst keine hinreichenden Ursachen dafür ermitteln ließen, außer an Lungensymptomen (cf. S. 282) an Anämie litten, und auch nach Mine wären bei Bancrofti-Infektion ausgesprochene Anämien vorhanden. Ueber die Lymphocytose und die sonstigen Veränderungen des Blutbildes bei Filarien-Infektionen wird Schilling-Torgau in der 2. Auflage des Menseschen Handbuches der Tropenkrankheiten ausführlicher berichten; auch die Arbeit von Mine und das Handbuch von Grall & Clarac[96] enthalten Angaben darüber.

B. Andere Hinweise auf spezifische Stoffe.

Abgesehen von der Eosinophilie finden wir einen Hinweis auf spezifisch wirkende Wurmsekrete bei Dracunculus medinensis. Hier gehen dem Durchbruch des Wurmes durch das Integument zuweilen fieberhafte, mit Urticaria verbundene Erscheinungen vorher und auch die Bildung des über dem durchbrechenden Wurm entstehenden Epidermisbläschens ist nach Manson[167] wahrscheinlich auf den Reiz eines Wurmsekretes zurückzuführen; ebenso deuten die nach Abreißen des Medinawurmes — wie man meist annimmt, Looss[137] allerdings bezweifelt — infolge der Entleerung der Mikrofilarien ins Gewebe entstehenden schweren Entzündungen wohl auf gewebereizende Substanzen hin. Daß sich auch andere Filarienarten im Körper nicht immer so harmlos verhalten wie ein „Catgut-Faden", geht daraus hervor, daß sie zu Abszessen Veranlassung geben (cf. auch S. 283ff.); ebenso ist die Bildung des Volvulus-Knotens (cf. S. 319/20) wohl auch eine Reaktion des Gewebes auf von den Würmern ausgehende Reizsubstanzen (und nicht allein auf rein mechanische Irritation durch die Wurmbe-

*) Die auf S. 279, Anm. *) erwähnten Untersuchungen von Bahr an Fidschi-Eingeborenen geben in dieser Beziehung keinen Anhalt.

) Man könnte rein theoretisch an eine Reizung des Knochenmarkes (cf. Seite 244, Anm. *) durch eingeschwemmte Mikrofilarien oder deren Produkte denken.

wegungen), wofür jedenfalls die Beobachtungen von Fibiger bei Spiroptera (cf. S. 268 Anm.) sprechen.

[Filarienfieber.]

Endlich könnte man bei manchen der als „Filarienfieber" in der Literatur erwähnten Erkrankungen an eine Entstehung durch Wurmsekrete oder dergleichen denken. Für Bancrofti wurde in dieser Hinsicht von Bahr das „Liliwa" von Fidschi in Betracht gezogen. Aber wennschon bei „Liliwa" sichtbare Entzündungserscheinungen fehlen, könnte es sich dabei doch um Lymphangitis-Anfälle in tieferen Körperabschnitten handeln*), so daß für diese Fieber dann dieselben Erklärungsmöglichkeiten wie für Bancrofti-Lymphangitis überhaupt in Betracht kämen (siehe S. 284 und 286ff.).

Das „Liliwa" ist nach Bahr eine in stark mit Bancrofti infizierten Distrikten Fidschis häufige, hochfieberhafte, mit Schüttelfrost einsetzende, aber nur ca. 24 Stunden anhaltende Erkrankung, bei der oft Erbrechen und auf der Fieberhöhe regelmäßig Bronchitissymptome**) beobachtet wurden. Die Leukocytenzahl zeigte eine ausgesprochene Vermehrung. Aeußerlich sichtbare Entzündungserscheinungen, wie Lymphangitis etc., fehlten dabei; in einem der sechs Fälle, von denen genauere Krankengeschichten gebracht werden, bestand allerdings Verdickung der Samenstränge und Schmerzen im Abdomen. Bahr meint, daß als Erklärung für die Fieber vielleicht die Resorption toter Filarien resp. ihrer Produkte in Betracht kommen könnte.

An dieser Stelle seien auch zwei andere „Filarienfieber", das „Mumu-Fieber" der Samoa-Inseln und das „Mossman-Fieber" von Australien erwähnt:

Das von Leber & Prowazek von dem bancroftireichen Sawaii der Samoagruppe beschriebene „Mumufieber" verläuft mit Fieberanfällen, wobei umschriebene, zuweilen symmetrische, den Calabarschwellungen ähnliche, akute Hautödeme erscheinen (siehe aber S. 293), jedoch werden gleichzeitig dabei auch Lymphangitis und Lymphadenitis beobachtet, die nach wiederholten Anfällen zu Elephantiasis führen, so daß das Krankheitsbild dem „elephantoid fever" der englischen Autoren[162] entsprechen dürfte. Während der Anfälle beobachteten auch Leber & v. Prowazek Pharynxreizhusten und Brustschmerzen; das Blutbild zeigte meist eine Vermehrung der Polynukleären und ferner eine erhebliche, nach dem Anfall wieder abfallende Eosinophilie.

Die in einigen Teilen von Nord-Queensland häufige und nach einem bestimmten Bezirk „Mossman-Fieber" oder auch „Filarienfieber" bezeichnete Erkrankung[261, 249] verläuft als ein 10—14 Tage anhaltendes kontinuierliches Fieber mit schmerzlosen Axillar- und zuweilen auch Inguinaldrüsenschwellungen; ganz vereinzelte Fälle enden tödlich unter komatösen Erscheinungen. Der Zusammenhang dieser fast ausschließlich nur bei Zuckerplantagenarbeitern vorkommenden Krankheit mit einer Filarieninfektion scheint mehr als zweifelhaft.

Auch aus Gegenden, wo Perstans und Loa[285] oder nur Perstans[244, 171, 70] endemisch sind, wird von auf diese zurückgeführten Fiebern berichtet; sie verlaufen mit Lungensymptomen, worüber im nächsten Abschnitt noch eingehender gesprochen wird. Vielleicht sind die Filarien aber bei jenen fieberhaften Lungenerkrankungen der Loa- und Perstansgegenden überhaupt nur eine rein zufällige Komplikation, da es sich um Gebiete handelt, wo jene Parasiten überaus häufig sind; jedenfalls mahnt die Geschichte der Tropenkrankheiten in dieser Hinsicht zur äußersten Vorsicht.

*) Beim Sitz der Entzündung in den Lymphgefäßen des Abdomens können, wie Looss[137] angibt, äußerlich sichtbare Erscheinungen fehlen. Fälle, bei denen Lymphangitiszeichen wenig oder gar nicht hervortreten, scheinen bei „elephantoid fever" sogar ziemlich häufig zu sein; wenigstens möchte man das daraus schließen, daß alle Autoren betonen, daß es oft mit Malaria verwechselt wird.

**) Letztere beobachtete Bahr auch bei Filarienlymphangitis und Orchitis.

II. Mikrofilarien als Krankheitsursachen.

Obwohl es an sich nicht plausibel wäre, wenn die manchmal zu vielen Millionen (cf. S. 241) im Blute kreisenden Mikrofilarien zu Krankheitssymptomen Veranlassung geben würden, scheinen die letzteren doch harmlos zu sein; jedenfalls sind durch sie bewirkte Schädigungen noch nicht einwandsfrei erwiesen.

Bei den in Ost- und Westafrika beobachteten, soeben erwähnten fieberhaften Lungenerscheinungen der Loa- und Perstansgegenden, bei den gleichen Symptomen bei „Liliwa" und anderen „Filarienfiebern" und ebenso bei den sich in Atemnot, Brustschmerzen und Hüsteln äußernden phthisis-ähnlichen Krankheitsbildern, wie sie Leber & v. Prowazek bei Filarien-Trägern auf Samoa beobachteten, könnte man an eine Reizung durch die ja massenhaft in den die Alveolen umspinnenden Kapillaren steckenden Mikrofilarien denken*). Rodenwaldt[226] fand jedoch in der Lunge niemals durch Mikrofilarien bedingte Infarkte und bei einem Hunde, dessen Lunge eine ungeheure Anzahl von Mikrofilarien beherbergte, waren Proliferationen des respiratorischen Epithels in einer größeren Anzahl der Bronchioli respiratorii und vielleicht auch eine Vermehrung des intralobulären Bindegewebes die einzigen nachweisbaren Veränderungen.

Dagegen berichten Leber & v. Prowazek[122, 123] von durch mechanische Zirkulationsstörungen bedingten Erkrankungen des Augeninnern, die ophthalmoskopisch als miliare Thrombosen der kleinsten Gefäße der Ader- und Netzhaut nachweisbar waren, und die sie auf Verstopfung der kleinsten Arterien resp. Kapillaren durch absterbende oder geschädigte Mikrofilarien und dadurch bedingte Blutungen zurückführen. Leber zeigte auf der Jahresversammlung der deutschen tropen-medizinischen Gesellschaft 1912 Abbildungen von auf dieselben Ursachen bezogenen, sehr ausgedehnten Retinablutungen**).

Bekanntlich wurde seinerzeit auch die Schlafkrankheit von Manson mit Microfilaria perstans in Verbindung gebracht (cf. auch S. 311, Anm. **), und es ist in der Tat wunderbarer, daß die Mikrofilarien im Gehirn keinen Schaden anrichten, als wenn das Gegenteil der Fall sein würde. Wir wissen jetzt ja, daß die Schlafkrankheit eine andere Aetiologie hat, jedoch meint Külz[117], daß sich auch bei massenhaftem Befallensein mit Perstans ein Krankheitszustand

*) Marshall bemerkt aus der Bukoba-Gegend, daß die mit Perstans infizierten Eingeborenen fast stets über Brustschmerzen klagten und ist geneigt, diese Beschwerden mit den erwachsenen Würmern in Zusammenhang zu bringen; sie auf die Mikrofilarien zu beziehen, läge aber wohl näher, wennschon auch letzteres keineswegs erwiesen ist.

**) Das Sehvermögen kann bei diesen Veränderungen nahezu normal bleiben, so daß letztere nur durch ophthalmoskopische Untersuchung erkennbar werden; bei Befallensein der Macula-Gegend stellen sich jedoch Sehstörungen ein und auch Erblindungen kommen vor. Die Autoren geben an, daß die Filarien für Samoa die häufigste und ernsteste Ursache für Affektionen der Netz- und Aderhaut seien.

Auffällig ist allerdings, daß bisher nur aus Samoa derartige Filarienembolien des Auges beschrieben sind, zumal man sie ebenso gut in Bancrofti- wie in Loa-Gegenden erwarten könnte; allerdings hat man bisher wohl nur in Samoa von spezialistischer Seite danach gefahndet. Aber auch eine andere Aetiologie als Mikrofilarien-Embolie wäre für diese Netzhautblutungen wohl nicht absolut auszuschließen; jedenfalls ist der strikte Beweis, daß es sich bei den von Leber geschilderten Krankheitsbildern um Filarienwirkungen handelt, bisher nicht erbracht, was Rodenwaldt[232] bei der Diskussion des Leberschen Vortrages betonte.

herausbilden könne, der in jeder Beziehung an Schlafkrankheit erinnere und schließlich tödlich ende; er beschreibt einen solchen Fall mit völlig negativem Atoxylerfolg. Nur der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß auch Niclot geneigt ist, bei Bancroftiträgern beobachtete psychische Störungen, die zum Teil beginnender Paralyse glichen, auf die Parasiten zurückzuführen, und daß ferner Wirth[279] bei einem mit Mikrofilarien (die er als vermutliche Microfilaria papillosa anspricht) behafteten Pferde Schlafsuchtserscheinungen sah.

Möglicherweise wären auch Nierenveränderungen auf lebende oder verkalkte Filarien (siehe S. 244) zurückzuführen; allerdings finde ich nur eine einschlägige Notiz über Nierenaffektionen bei Filarienträgern, und zwar bei Heuermann, der aus Kamerun angibt, daß er bei allen reichlich mit Mikrofilarien infizierten Eingeborenen eine anscheinend der Anzahl der letzteren entsprechende Albuminurie gefunden habe, während Tanaka auch bei durch Bancrofti hervorgerufener Hämatochylurie keine Störungen der Nierenfunktion fand.

Die Angaben, daß Hauterkrankungen durch Perstans hervorgerufen werden können, sind unbewiesen: daß bei einer mit Perstans durchinfizierten Bevölkerung auch das aus einer „Cro-Cro"-Eruption entnommene Blut die Mikrofilarien enthält, ist nichts Besonderes. Ebenso unbewiesen ist der Zusammenhang der Mikrofilarien mit einer Reihe anderer Krankheiten, mit denen man sie in Zusammenhang bringen wollte.

Endlich glaubt Bahr, daß durch periodische Entleerung von Bancrofti-Larven Orchitis, Lymphangitis und Lymphadenitis vielleicht hervorgerufen werden könnten (cf. S. 271/72) und Entleerung von Microfilaria loa ins Unterhautzellgewebe wird als Veranlassung der Calabarschwellungen in Betracht gezogen (cf. S. 292); Dufongeré[61, 62] bringt die Elephantiasis mit abgestorbenen Mikrofilarien in Zusammenhang (cf. S. 287). Die Angaben von Ouzilleau, nach denen in einigen Bezirken von Französisch-Aequatorial-Afrika in den Leistendrüsen von an elephantiastischen Prozessen Leidenden stets lebende Volvulus-Mikrofilarien nachweisbar wären und der daher annimmt, daß diese die Ursache für die dortige Elephantiasis seien, bedürfen noch der Nachprüfung (cf. S. 320/21). Ueber Reizwirkungen der Medinensis-Larven siehe S. 280.

III. Die erwachsenen Filarien als Krankheitsursache.

Durch Wandern unter dem Integument macht sich Loa häufig unangenehm bemerkbar; ist die Anzahl der Würmer sehr groß, so kann es dadurch sogar zu einem unerträglichen Zustand kommen[229], für gewöhnlich verursachen die Wurmwanderungen aber nur dann stärkere Störungen, wenn ab und zu einer unter der Conjunctiva des Auges erscheint (cf. S. 309). Mit der Anwesenheit von Loa-Würmern unter der Haut werden auch die Calabarschwellungen in Zusammenhang gebracht, die weiter unten (cf. S. 290 ff.) ausführlicher besprochen werden. Ueber die Symptome, welche durch den die Haut durchbrechenden Medina-Wurm verursacht werden, siehe S. 280, 324 u. 326.

Die erwachsenen Würmer können ferner anscheinend bei allen Filarienarten zu Abszessen Veranlassung geben. Für Bancrofti ist dies lange bekannt[162] und in manchen Gegenden, z. B. auf den Fidschi-Inseln, sind diese „lymphatischen Abszesse" der älteren Au-

toren (cf. [162]) sogar sehr gewöhnlich[9]; die Häufigkeit tiefsitzender Muskelabszesse in Kamerun ist, wie Külz[119] ausführt, offenbar auf Loa zurückzuführen (cf. S. 279, Anm. **); auch bei Perstans-Trägern fand Marshall in Ostafrika tiefsitzende Muskelabszesse und die wenig bekannte Demarquayi dürfte sich vermutlich ebenso verhalten. Die bei mißglückten Extraktionsversuchen nach Abreißen des Medinawurms entstehenden Eiterungen wurden bereits Seite 280 erwähnt, und der Wurm kann auch dann zu Abszessen führen, wenn er vor erlangter Reife abstirbt oder es ihm nicht gelingt, das Integument zu durchbohren[167]; endlich kann auch Volvulus gelegentlich vereitern (cf. S. 319). Eine Mitwirkung von Bakterien ist bei diesen Abszessen wohl stets vorhanden[9], wennschon deren Nachweis nicht immer gelingt[122, 119]; undenkbar wäre es freilich ja auch nicht*), daß von dem Wurm herrührende Reizsubstanzen zuweilen schon allein Eiterungen veranlaßten und nicht nur durch Gewebsreizung eine Prädisposition für Bakterieninvasion schüfen.

Manson[162] nahm an, daß es abgestorbene Würmer seien, welche zu einer Gewebsreizung mit Abszedierung führten. Nach Bahrs Beobachtungen kann aber auch die lebende Filarie einen Reiz hervorrufen, der eventuell zu einer Hämorrhagie führt, worauf Infektion mit Eiterkokken eintritt, infolge deren die Filarie dann erst abstirbt.

Dafür, daß eine bakterielle Infektion und nicht der Tod der Würmer das Entscheidende ist, spricht auch folgender von Rodenwaldt[231] beobachteter Fall, wo unter Fiebererscheinungen gleichzeitig mehrere der sonst relativ seltenen Volvulus-Abszesse auftraten: In einem Abszeß der Inguinalgegend wurde ein lebendes und ein totes Volvulus-Weibchen aufgefunden. Ein zweiter Abszeß befand sich an der seitlichen Thoraxwand, dem ausgesprochenen Lieblingssitz der Volvulus-Tumoren, und Rodenwaldt hält es für unzweifelhaft, daß es sich um einen Volvulus-Abszeß handelte, wennschon keine Würmer im Eiter gefunden wurden. Ein dritter Abszeß saß ebenfalls an einer Prädilektionsstelle für Wurmknoten, nämlich über dem Trochanter; er ging ohne Inzision zurück.

Es ist zum mindesten unwahrscheinlich, daß hier zu derselben Zeit und an verschiedenen Körperstellen Volvulus-Würmer spontan abgestorben waren (der Umstand, daß sich ein lebhaft bewegliches Weibchen in einem der Abszesse fand, sei gar nicht einmal betont, da die Eiterung ja von vorher abgestorbenen Exemplaren desselben Knotens hätte bewirkt sein können). Einen Fall von multiplen entzündlichen Volvulustumoren berichtet übrigens auch Massey[299a].

Bei Bancrofti-Trägern mit ihren chronischen bakteriellen Lymphangitiden (siehe weiter unten und S. 268 ff.) wird es besonders leicht zu solchen Vereiterungen kommen können[96], was deren große Häufigkeit in Bancrofti-Gegenden erklären würde.

Während von den Filarienarten, bei denen die erwachsenen Würmer im Bindegewebe sich aufhalten, im übrigen anscheinend kaum Störungen verursacht werden, gibt Filaria bancrofti durch ihren Sitz in den Lymphgefäßen zu deren Verschluß und damit zu einer ganzen Reihe von Erkrankungen Veranlassung, bei denen Lymphstauungen die unmittelbare oder die indirekte Ursache sind.

Ein Verschluß der Lymphbahnen kann durch verknäuelte lebende oder abgestorbene Bancrofti oder durch verkalkte Würmer bereits rein mechanisch erfolgen. Ferner geben die Würmer aber auch zu Reizungen der sie beherbergenden Lymphgefäße Veranlassung, die zu Hämorrhagien in diese oder zu Entzündungen der Gefäßwand mit nachfolgender Gewebswucherung und Stenosierung des Lumens führen können[57, 9, 277], wobei Bakterieninfektion zum mindesten häufig

*) Der Reichtum an Eosinophilen, den Löhlein in einem freilich gleichzeitig mit Bakterien infizierten Abszeß fand, würde in diesem Sinne sprechen.

mit im Spiele ist (siehe auch S. 286ff.): daß freilich schon der Wurmreiz allein auch eine Wucherung der Gewebes herbeiführen könnte, darauf deuten die Volvulusknoten hin (cf. S. 280/81).

Je nach dem Sitz der Obstruktionsstelle im Lymphgefäßsystem werden mehr oder weniger ausgesprochene klinische Erscheinungen vorhanden sein, oder solche werden auch gänzlich fehlen können. Ist z. B. der Ductus thoracicus selbst befallen, so stellt sich, wie Manson[167] ausführt, zwar durch rückläufige Anastomosen die Zirkulation wieder her, unter dem Drucke von Lymphe und Chylus wird aber der distal von der Verschlußstelle gelegene Abschnitt des Ductus thoracicus bis zu Fingerdicke erweitert und die Lymphgefäße des Abdomens und Beckens schwellen zu mächtigen Lymphvaricen an, welche Niere und Blase einhüllen (Fig. 29). Die Stauung kann sich auf das Scrotum fortsetzen und dort die als Lymphscrotum*) bekannten varikösen Erweiterungen der Hautlymphgefäße hervorrufen; an den Lymphdrüsen der Schenkelbeuge dokumentiert sich die Stauung als variköse Leistendrüsen; platzende Lymphgefäße ergießen ihren mit Chylus gemischten Inhalt in die Blase oder die höher gelegenen Harnwege und erzeugen dadurch das Krankheitsbild der Chylurie; ebenso kommen chylöse Ergüsse in die Tunica vaginalis, die Bauchhöhle und Pleura zustande.

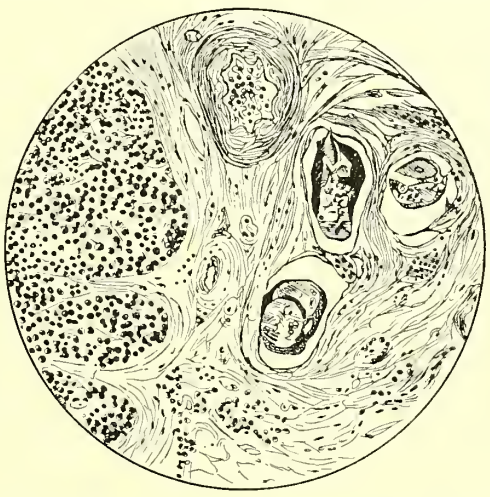


Fig. 24. Schnitt durch eine vergrößerte Inguinal-Lymphdrüse mit Teilen einer verkalkten Filarie (rechts). Am oberen Rande ein Lymphgefäß mit verdickter Wand. Starke Vermehrung des Bindegewebes. (Nach einer Zeichnung von Bahr[9].)

Durch den Verschluß der ableitenden Lymphgefäße resp. durch in den Lymphdrüsen selbst gelegene Filarienobstruktionen (Fig. 24) kann es natürlich nicht nur an den Leistendrüsen, sondern auch an denen anderer Körperabschnitte zu Anschwellungen kommen; dabei sind die Filariendrüsen keineswegs immer wie die klassischen „varikösen Leistendrüsen" weich, sondern viel häufiger findet man nach Bahr derbe Leistendrüsen, die eine der häufigsten klinischen Manifestationen der Bancrofti-Infektion zu sein scheinen**).

*) Ich folge hier der Schilderung von Manson[167]. Die Haut des Scrotums neigt aber auch bei erysipelatösen Prozessen — also auch bei Anfällen von „Elephantiasis-Fieber" — zur Bläschenbildung mit lymphatischen Ergüssen und von französischen Autoren[96] werden daher verschiedene Formen von Lymphscrotum unterschieden.

**) Dies wird von Fülleborn[87] für den Bismarck-Archipel und Deutsch-Neuguinea bestätigt. (Auf S. 546 der zitierten Arbeit, Zeile 17/18 von oben muß es heißen: „und zwar waren es, wie auch Bahr für Fidschi angibt, meist

Die Häufigkeit der Orchitis und Funiculitis in Bancrofti-Gegenden findet durch das oft massenhafte Vorkommen der erwachsenen Würmer im Samenstrang ihre Erklärung[81, 277, 9] (cf. Fig. 23); ist die Lymphstauung nur eine vorübergehende, so schwinden die Symptome auch so schnell wie sie gekommen sind, tritt sekundäre Kokkeninfektion ein, so kann das Bild der ohne operativen Eingriff tödlich verlaufenden septischen Funiculitis*) entstehen.

[Elephantiasis.]

Elephantiasis — schlechthin, oder korrekter Elephantiasis Arabum im Gegensatz zu Elephantiasis Graecorum, der Lepra — ist eine rein klinische Bezeichnung für ein Krankheitsbild, das davon seinen Namen hat, daß beim Befallensein der unteren Extremitäten diese in ihrer plumpen Form tatsächlich manchmal mehr denen von Elephanten als von Menschen gleichen.

Pathologisch-anatomisch ist die Elephantiasis im wesentlichen eine auf einen bestimmten Körperabschnitt beschränkte eigenartige Verdickung des Unterhautzellgewebes mit Erweiterung seiner Lymphbahnen. Diese Hautverdickung entsteht unter den verschiedensten Bedingungen**), denen nur das eine gemeinsam ist, daß sie auf irgendeine Weise zu den Lymphabfluß-hemmenden Veränderungen des Lymphgefäßsystems führen.

Der Verschluß der Lymphbahnen schafft jedoch, wie Manson[167] betont, noch keine Elephantiasis, sondern, wie experimentelle Unterbindung der Lymphbahnen zeige, nur ein Oedem. Bei der angeborenen, ohne entzündliche Prozesse verlaufenden „Elephantiasis glabra" scheint die chronische Lymphstauung allein allerdings die Gewebsverdickungen hervorrufen zu können[248]; dasselbe wird auch von manchen Fällen der „Elephantiasis nostras" berichtet[114], und ohne Lymphangitis resp. nach nur einem derartigen Anfalle entstehende Elephantiasis kommt, wennschon recht selten, in den Tropen ebenfalls vor[151] ***). Für gewöhnlich schafft jedoch die Lymphstase nur eine besondere Prädisposition für entzündliche Prozesse, die durch Bakterieninfektion bedingt, unter dem Bilde

nicht weiche, sondern harte Drüsenpakete". Infolge eines Versehens sind im Text die Worte hart und weich umgestellt.)

Auch in der filarienreichen Gegend des Stromgebietes des Wuri und Mungo in Kamerun sah Külz[117] „bei der Hälfte der Erwachsenen die prallgespannten Drüsentumoren [der Leistengegend], die sich schon auf den ersten Blick, meist schon durch ihre Größe, von den ebenfalls häufigen Leistendrüsenschwellungen, die sich im Anschluß an verunreinigte Wunden der unteren Extremitäten einstellen, unterscheiden".

*) Nicht nur die Fälle von Wise mit positivem Filarienbefund, sondern auch die von Castellani[37, 38] aus Ceylon, von Bird aus Brit. Indien, von Peiper und von Schumacher aus Deutsch-Ostafrika usw. beschriebenen septischen Funiculitiden dürften wahrscheinlich hierher gehören.

**) Honoria Acosta-Sison[248] stellt, abgesehen von Bancrofti-Infektionen, folgende Ursachen für die Elephantiasis zusammen: Chronische Lymphangitis, erysipelatöse oder ekzematöse Hautentzündung bei Mitbeteiligung der Lymphgefäße, Lupus, Syphilis, variköse Geschwüre, Frostschäden, Entfernung oder Zerstörung der regionären Lymphdrüsen, Verletzungen usw. Aragão erwähnt außerdem tuberkulöse, lepröse und neuropathische Erkrankungen, Venenentzündungen und Oedeme bei Herz- und Nierenkrankheiten.

***) Flu[74] erwähnt einen Fall aus Surinam, wo bei einem 14-jähr. Mädchen sich ganz akut im Laufe von 6 Wochen eine Elephantiasis beider Beine ohne vorhergehende erysipelatöse Entzündung entwickelte.

häufig rezidivierender, lymphangitischer und erysipelatöser Fieberanfälle („elephantoid fever") allmählich zu den elephantiastischen Anschwellungen führen; derartige Hautveränderungen infolge von rezidivierendem Erysipel sind ja auch sonst z. B. als Folgen unserer „Gesichtsrose", keine Seltenheit.

Ist es erst einmal zu Lymphangitis gekommen, so werden die durch letztere verursachten pathologischen Veränderungen der Lymphbahnen eine schon vorher vorhandene Lymphstase noch steigern und es wird um so leichter, nach ganz geringfügigen Anlässen zu Rezidiven kommen, als Kokken auch nach Rückgang der akuten Entzündungen — vielleicht infolge einer verminderten bakteriziden Kraft der in den Lymphgefäßen stagnierenden Lymphe[57] — sich noch lange im Gewebe halten (siehe weiter unten). Erfahrungsgemäß genügt dann auch die leichteste Schramme oder ein kaltes Seebad etc., um neue Anfälle von „elephantoid fever" hervorzurufen*).

Nach den Untersuchungen von Dubruel[59] sind bei der Elephantiasis von Tahiti während des akuten Elephantiasisfieberanfalls Staphylokokken nicht nur im Blut, sondern auch in dem erkrankten Gewebe kulturell nachweisbar, außerhalb dieser Perioden aber nur, und zwar in minderem Grade, im erkrankten Gewebe, was Sabouraud auch bei heimischer Streptokokken-Elephantiasis fand; sind jedoch lange Zeit hindurch keine Lymphangitiden mehr aufgetreten, so sind die Kokken auch im Elephantiasisgewebe nicht mehr nachweisbar.

Außer gewöhnlichen Staphylokokken und Streptokokken wurden im Elephantiasis-Gewebe nach Angabe von Renoir auch Pneumokokken gefunden und Dufougeré isolierte in Martinique daraus einen von ihm „Lymphococcus" benannten, dem Gonococcus ähnlichen Diplococcus, le Dantec einen „Dermococcus", von dem er annimmt, daß er in Symbiose mit Streptokokken die Elephantiasis verursache. Der Dermococcus wird jetzt aber als identisch mit dem Lymphococcus angesehen und als nicht für Elephantiasis spezifisch betrachtet, da er auch bei nicht an Elephantiasis Leidenden gefunden wird[96].

Daß auch andere als bacilläre Reize, z. B. von Filaria bancrofti gelieferte Produkte, solche zu Elephantiasis führenden — d. h. nicht nur auf die kleine Stelle, an welcher der Wurm gerade sitzt, beschränkte — Entzündungen des Lymphgefäßsystems hervorrufen könnten, ist bisher nicht erwiesen: negativer Bakterienbefund[9] bei Kulturversuchen aus Gewebsflüssigkeit von Elephantiasis oder ähnlichen lymphangitischen Prozessen beweist jedenfalls noch nicht, daß Bakterien nicht doch vielleicht vorhanden sind oder wenigstens vorhanden waren.

Nach Manson und seiner Schule ist nun Filaria bancrofti in tropischen Gegenden die Hauptursache, welche durch Verschluß der Lymphbahnen die Prädisposition zu den zur Elephantiasis führenden entzündlichen Prozessen hervorbringt. Er nimmt an, daß es speziell abortierte Filarieneier seien (siehe S. 234), welche embolisch in dieser Weise wirkten, während Dufougeré infolge seines Lymphococcus abgestorbene Mikrofilarien die Verstopfung des Lymphgefäßsystems bewirken läßt; beide Hypothesen dürften durch tatsächliche Beobachtungen kaum genügend begründet sein, wennschon nach dem Tode der erwachsenen Würmer freiwerdende Filarieneier theoretisch betrachtet eine Rolle spielen könnten[9], und ebenso ein Einfluß lebender oder toter Mikrofilarien auf den

*) Low[148] glaubt, daß vielleicht das Absterben erwachsener Würmer das auslösende Moment für die einzelnen, auch nach seiner Auffassung durch Streptokokken bedingten Elephantiasisfieberanfälle sind, ist sich jedoch der Schwierigkeit eines solchen Erklärungsversuches bewußt. Im Hinblick auf die Elephantiasis nostras scheint mir das Auftreten häufiger Rezidive bei der Bancrofti-Elephantiasis aber keiner besonderen Erklärung zu bedürfen.

Lymphgefäßverschluß wenigstens denkbar wäre, freilich keineswegs wahrscheinlich ist (vgl. hierzu auch S. 243)*).

Dagegen dürfte sich aus den Untersuchungen von Bahr ergeben, daß sehr wohl die ja oft in großen Mengen vorhandenen erwachsenen Würmer durch die auf S. 284 ff. geschilderten Vorgänge einen so ausgiebigen Verschluß der Lymphgefäße erzeugen könnten, daß er als prädisponierendes Moment für Elephantiasis völlig ausreicht. Bahr selbst kommt zu dem Schlusse: Daß der häufige und langdauernde Aufenthalt der erwachsenen Filarien in den Lymphbahnen und der dadurch bewirkte Verschluß der letzteren am besten die Entstehung tropischer Elephantiasis an den in Mitleidenschaft gezogenen Körperabschnitten erkläre.

Die Anschauung Mansons, daß Filaria bancrofti die hauptsächlichste, oder doch wenigstens eine der hauptsächlichsten Veranlassungen für die tropische Elephantiasis sei, wird durch das häufige geographische Zusammentreffen beider, wie es z. B. aus den Arbeiten von Daniels [50] (vgl. die Kurve Fig. 25), Low [148] und Bahr [9] hervorgeht**), recht wahrscheinlich gemacht und erhält durch die in dieser Arbeit so oft erwähnten Untersuchungen des letzteren eine sehr wesentliche Stütze. Von anderer Seite, z. B. Prout, Dubruel [59], Brochard [28], [29], Viala und Wellman [271] wird dieser Zusammenhang zwischen Elephantiasis und Bancrofti jedoch als keineswegs erwiesen betrachtet.

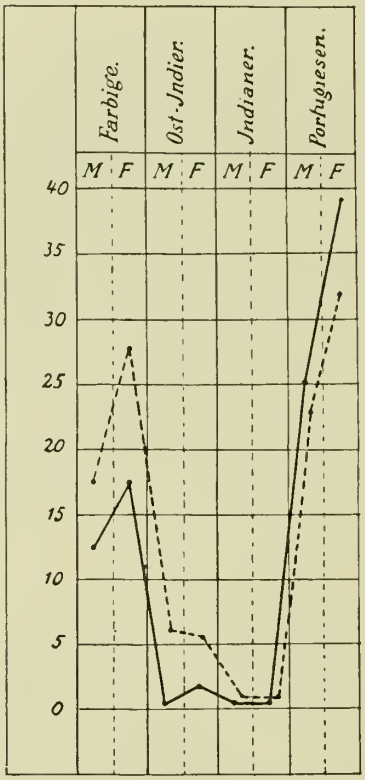


Fig. 25. Die prozentuale Häufigkeit der ——— Elephantiasis und des ----- positiven Mf.-nocturna-Befundes bei den verschiedenen Rassen und bei Männern und Frauen in Britisch-Guayana. (M Männer, F Frauen; unter „Farbigen" sind einheimische und zugewanderte Neger und Mulatten zusammengefaßt.) Die Kurve ist der unter Nr. 50 zitierten Arbeit von Daniels entnommen.

Ebensogut wie in Europa wird Elephantiasis in den Tropen, aber jedenfalls auch ohne die Mitwirkung von Bancrofti zustande kommen

*) Ueber die Ansichten von Low siehe Seite 287, Anm., über die von Ouzilleau angenommene Volvulus-Elephantiasis S. 320/21.

**) Auch im deutschen Südsee-Gebiet von Polynesien und Mikronesien ist die Parallelität zwischen Elephantiasis- und Bancrofti-Infektion stellenweise ganz frappant: In Samoa ist Filariasis und Elephantiasis ganz ungemein häufig (ebenso in Fidschi), auf den Mariannen und auf Jap werden keine Mikrofilarien-Träger und auch keine dort erworbene Elephantiasis beobachtet, wie mir v. Prowazek mitteilte.

können und vielleicht bestehen in Gegenden, wo nach den Angaben der oben erwähnten Autoren Elephantiasis häufig, Bancrofti dagegen selten ist oder fehlt, noch andere, bisher unbekannte, zur Elephantiasis prädisponierende Momente; WELLMANN[271] denkt an besonders virulente Kokken. Gegen die Bancrofti als prädisponierendes Moment bei Elephantiasis würde es sprechen, wenn es tatsächlich Gegenden gibt, wo trotz reichlicher Nocturna-Infektion Elephantiasis sehr selten ist, wie dies nach PROUT[210] in Sierra Leone der Fall sein soll.

Auf die umfangreiche Literatur im einzelnen einzugehen, verbietet der dieser Arbeit gesteckte Umfang. Ausführlich wird die tropische Elephantiasis in den unter Nr. 162 u. 96 zitierten Arbeiten besprochen; speziell eine Zusammenstellung über das Vorkommen von Elephantiasis einerseits und Bancrofti andererseits geben MATHIS & LEGER[174].

Bisher unerklärt ist es, daß in manchen Gegenden nur Elephantiasis des Scrotums und der unteren Extremitäten, in anderen Gegenden relativ oft aber auch der oberen Extremitäten, der Mammae und sonstiger Körperteile gefunden wird. Ferner, daß Kinder anscheinend recht selten von Elephantiasis befallen werden[107, 162], während zuwandernde erwachsene Europäer schon nach wenigen Wochen an „elephantoid fever" erkranken (cf. S. 270) und nach einem Jahr ihre Elephantiasis voll ausgebildet sein kann[113]; wie RUFFIANDIS von den Comoren berichtet, entstehe dort die Elephantiasis zwischen dem 20. und 30. Jahre und später würde niemand mehr davon befallen*). Fast ausschließlich sind es auf den Comoren**) Männer, die daran leiden, auch BAHR fand auf Fidschi über 3mal soviel mit Elephantiasis behaftete Männer als Frauen und die ältere Literatur cf. 162 gibt ebenfalls an, daß Männer häufiger als Frauen befallen würden; ist dies auch in erster Linie auf die Häufigkeit der Elephantiasis des Scrotums zurückzuführen, so geht doch aus den Tabellen von RUFFIANDIS und BAHR hervor, daß auch an anderen Körperstellen lokalisierte Elephantiasis bei Männern häufiger ist als bei Frauen. Ueber das Verhalten der verschiedenen Rassen gegenüber der Elephantiasis siehe S. 296, Anm.

Auffallend ist ferner das anscheinend ungleiche klinische Verhalten der Elephantiasis (und ebenso des Elephantiasis-Fiebers cf. 162) in verschiedenen Weltgegenden, wobei man an eine verschiedene Virulenz der verursachenden Kokken (siehe diese Seite weiter oben) denken könnte. Während die meisten Autoren angeben, daß Rezidive nach Operationen häufig sind, besonders wenn nicht im gesunden Gewebe operiert wird, berichten BRANCH & EDIN von St. Kitts (Westindien), daß es nach den dort sehr oft ausgeführten Elephantiasisoperationen auch ohne diese Vorsichtsmaßregeln niemals zu Rezidiven komme, ja, daß nach Amputation eines elephantiastischen Unterschenkels auch die Elephantiasis des betreffenden Oberschenkels spontan zurückginge.

*) Nach KÖNIGER litten auf den Samoa-Inseln — wo nach seinen aus den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts stammenden Angaben allerdings mindestens die Hälfte der Erwachsenen mit Elephantiasis mehr oder weniger behaftet waren — Leute unter 20 Jahren gar nicht selten daran, und er berichtet auch von einem an Elephantiasis leidenden Kinde von 9, ja sogar von einem von 5 Jahren; einige Fälle von Elephantiasis im jugendlichen Alter werden auch in den Tabellen von WARING zit. n. 162 und denen von RICHARDS zit. n. 162 angeführt.

**) Auf der Insel Mayotte, deren ganze 3000 Seelen betragende erwachsene Eingeborenenbevölkerung RUFFIANDIS systematisch untersuchte, fand er 80 Proz. Filarienkranke, und zwar litten:

59 Proz. an Elephantiasis des Scrotums, stets mit varikösen Lymphdrüsen („Adeno-Lymphocele") und chylöser Hydrocele kompliziert,
12. Proz. an Lymphscrotum kompliziert mit varikösen Lymphdrüsen und verbunden mit Elephantiasis eines Beines,
5 Proz. an varikösen Lymphdrüsen allein,
3 Proz. an Elephantiasis eines oder beider Beine,
1 Proz. an verschiedenen Filarienaffektionen (Hämatochylurie, chylösem Ascites, Filarienabszessen [„Abscès lymphatiques"]);

niemals sah RUFFIANDIS dort Elephantiasis des Penis oder der Arme.

Endlich ist es noch unerklärlich, warum in Gegenden, wo Elephantiasis und andere Filarienmanifestationen häufig sind, Hämatochylurie und Lymphscrotum völlig oder fast ganz fehlen können, wie z. B. auf den Wallis-Inseln[28] und auf Fidschi[9].

[Calabarschwellungen.]

Unter Calabarschwellungen*) — in der deutschen Literatur auch Kamerun- oder Tropenschwellungen genannt — versteht man eigenartige, lokale, flüchtige Oedeme, die in Alt-Calabar, dem nahe benachbarten Kamerun und anderen Loa-Bezirken Westafrikas sehr häufig beobachtet werden. Wennschon sie schon lange an Ort und Stelle bekannt sind[38], wurden sie doch erst 1895 von Argyll Robertson als besonderes Krankheitsbild abgetrennt**).

Die Calabarschwellungen entstehen ganz unvermittelt an einer beliebigen Körperstelle, mit Vorliebe an den oberen Extremitäten, aber auch im Gesicht usw., indem sich unter Rötung***), Spannung und Hitzegefühl eine pralle, meist wenig druckempfindliche, nur ganz ausnahmsweise auch schmerzhaftere†) lokale Hautanschwellung bildet. Man könnte an einen beginnenden Abszeß oder ein Gesichtserysipel denken, wenn das Fehlen von Fieber und Schmerzhaftigkeit nicht dagegen sprächen. Die Größe der Schwellung schwankt zwischen 1—10 cm und ist auch abhängig††) von der Größe der Fläche, auf der sie sich ausbildet; häufig hat sie die Ausdehnung eines halben Gänse-Eies. Külz[116], der selbst an diesen Schwellungen litt, konnte sie durch Anstrengungen der Hand willkürlich an dieser hervorrufen; auch wenn man durch Reiben der Haut auf den Juckreiz der beginnenden Affektion reagiert, wird die Bildung der Schwellung begünstigt[167], [265] (wie mir von Kollegen, die an Calabarschwellungen litten, bestätigt wurde), jedoch ist das Reiben zu ihrer Entstehung anderseits nicht immer nötig[177]. Gefährlich könnten die Schwellungen nur dann werden, wenn sie zufällig an der Glottis sitzen[169]; ein solcher, fast durch Glottisödem zur Erstickung führender Fall wurde von Rodenwaldt[229] tatsächlich beobachtet.

Nach 2—3 Tagen etwa pflegen die Schwellungen spontan zu verschwinden, jedoch wird oft eine Schwellung von der anderen abgelöst, so daß die Patienten manchmal Monate hindurch keinen Tag davon frei sind. Am häufigsten pflegen die Calabarschwellungen zu sein, wenn sie zuerst auftreten; dann werden sie meist mit der Zeit seltener, können aber immerhin viele Jahre hindurch sich bemerkbar machen, zumal wenn der Betreffende im endemischen Gebiete bleibt; in dem kälteren Klima Europas nehmen die Schwellungen an Häufigkeit gewöhnlich ab. Eingeborene endemischer Loa-Gegenden geben an, daß sie nur in ihrer Jugend daran litten (cf. S. 301). Veroitern kommt bei Calabarschwellungen niemals vor. Nach zur Verth bleiben an der Stelle früherer Schwellungen oft 1—2 Wochen Knötchen im Unterhautgewebe nachweisbar.

*) Es empfiehlt sich, den in der Literatur eingeführten Namen „Calabarschwellungen“ beizubehalten. „Tropenschwellungen“ ist zu wenig präzise und „Filarienödeme“[117] setzt einerseits die Aetiologie als erwiesen voraus und wäre andererseits nicht eindeutig genug, da man dabei auch an die erysipelatösen Prozesse bei Bancrofti denken könnte (cf. S. 293). Auch der von Nattan-Larrier & Parvu vorgeschlagene Name „Oedèmes éosinophiliques“ wird sich bei den Klinikern kaum einbürgern.

**) Eine ausführliche Zusammenstellung der älteren Literatur über Calabarschwellungen bringt Ward; von den zahlreichen neueren Arbeiten sei auf die von Wurtz & Nattan-Larrier, von Nattan-Larrier & Parvu, die von Külz[116, 117], Manson[169], Low[150, 151, 153a] und Meinhof besonders hingewiesen.

***) Zuweilen kann die Rötung auch fehlen[177].

†) Fälle, in denen wie bei den von Meinhof beschriebenen, die Patienten unter den Schwellungen schwer leiden, sind ganz entschieden nicht die Regel, sondern Ausnahmen; freilich wird auch der Grad der persönlichen Empfindlichkeit dabei mit in Frage kommen. Sitzen die Schwellungen an der Hand oder den Gelenken, so wird deren Funktion allerdings beeinträchtigt[205, 116, 177].

††) In der unter Nr. 92 zitierten Arbeit steht infolge eines Druckfehlers unabhängig anstatt abhängig.

A. Plehn ist geneigt, die Schwellungen als eine auf malarischer Basis entstandene Angioneurose aufzufassen und das Krankheitsbild hat ja auch eine auffallende Aehnlichkeit mit dem „angio-neurotischen Oedem" („Quinckeschen Oedem"), resp. manchen Formen von Urticaria*). Es ist jedoch nicht einzusehen, warum man dann die Calabarschwellungen nicht überall in Malarialändern häufig findet, und Külz[117] berichtet überdies von Patienten, die nur an diesen Schwellungen und nie an Malaria litten.

Die überwiegende Mehrzahl der Autoren bringt die Schwellung dagegen mit Filaria loa in Zusammenhang, wofür nicht nur die gleiche geographische Verbreitung, sondern auch das häufige Zusammentreffen von Calabarschwellungen und wandernden Loa-Würmern bei derselben Person spricht: Zuerst, oft schon 2—3 Monate nach Ankunft in der Loa-Gegend (cf. S. 270), stellen sich die Schwellungen ein, häufig, aber keineswegs immer, werden bald auch Symptome wandernder Würmer bemerkbar und erst erheblich später sind eventuell auch Microfilariae diurnae im Blute nachzuweisen; es gibt freilich Loa-Fälle, wo die Schwellungen nie beobachtet wurden[205, 1, 150].

Auch die von Nattan-Larrier & Parvu nachgewiesene starke Eosinophilie dieser Oedeme (cf. S. 279) spricht für einen Zusammenhang mit Helminthen, und da das Unterhautzellgewebe der Lieblingssitz speziell für die Loa ist**), liegt es nach alledem nahe, an diese als auslösende Ursache zu denken. In welcher Weise die Loa die Schwellungen hervorbringen mögen, ist aber einstweilen noch strittig. Bei einem Patienten, der sich die Schwellungen aufschneiden ließ, suchte Rodenwaldt[229] darin vergeblich nach Loa-Würmern, dagegen wurde in zwei von Milroy[zit. n. 269] berichteten Fällen das anfängliche Vorhandensein eines Wurmes in einer Schwellung dadurch festgestellt, daß er sich aus einer solchen ins Nachbargewebe begab (vgl. Anm. ***).

Daß anderseits aber allein die Anwesenheit der Würmer im Unterhautzellgewebe noch nicht zur Entstehung der Schwellungen genügt, geht daraus hervor, daß an der Stelle, wo sich Würmer durch Wanderungen bemerkbar machen, in der Regel keine Schwellungen entstehen. Gelegentlich, wennschon anscheinend recht selten, sind freilich auch weiterwandernde Schwellungen beobachtet worden, die mit mehr oder weniger Recht mit einer wandernden Loa in Zusammenhang gebracht wurden***).

*) Ich selbst sah bei einem Patienten, der seit ca. 40 Jahren nicht in den Tropen und nie in Westafrika gewesen war, bei warmem Wetter an den Extremitäten Urticaria-Formen auftreten, die man von typischen Calabarschwellungen nicht hätte unterscheiden können.

**) Die Annahme, daß nur die jungen Würmer unter dem Integument säßen, womit man das allmähliche Seltenerwerden der Calabarschwellungen erklären könnte, läßt sich nicht aufrecht erhalten. Näheres siehe S. 301 u. 309/10.

***) Am einwandfreiesten wäre noch ein von Milory[zit. n. 269] am eigenen Körper beobachteter Fall in diesem Sinne zu verwerten, obschon es sich auch bei diesem immerhin um ein nur zufälliges Zusammentreffen einer sich ausdehnenden Calabargeschwulst und eines in gleicher Richtung wandernden Wurmes handeln könnte. Milory beschreibt den Vorgang folgendermaßen: Es erschien eine Schwellung auf dem rechten Stirnhöcker und breitete sich innerhalb einer Stunde nach unten an der rechten Nasenseite und am Orbitalrande aus; als die Schwellung die Nase erreichte, wurden dort Wurmbewegungen nahe der Haut sichtbar, und man konnte beobachten, wie ein solcher unter dem Auge vorbeiwanderte;

Will man diesen Zusammenhang als erwiesen betrachten, so würde daraus folgen, daß ein Absterben des Wurmes für das Erscheinen der Schwellungen zum mindesten nicht notwendig ist, wie man dies angenommen hat; letzteres ist aber auch deshalb recht wenig wahrscheinlich, weil die Calabarschwellungen dafür oft allzu häufig bei demselben Patienten auftreten. Der Umstand andererseits, daß man durch Reiben der Haut die Schwellungen zur Ausbildung bringen kann, könnte dahin gedeutet werden, daß eine Reizung der Würmer dabei eine Rolle spielt (freilich wird beim Reiben der Haut nicht nur der Wurm, sondern auch die Haut selbst gereizt); die Schwellungen mit irgendwelchen Absonderungen des Wurmes in Zusammenhang zu bringen liegt jedenfalls nahe und Ward denkt speziell an von dem Wurm entleerte Exkremente („vaste materials"). Manson[169] u. a. meinten, daß es vielleicht in das Gewebe abgelegte (resp. „abortierte"[129a], oder periodisch entleerte[9] [cf. S. 271] oder tote[117]) Filarienbrut sei, welche ähnlich wie beim abgerissenen Medinensis (cf. S. 280) zu Gewebsreizungen führte. Mansons von diesem Gesichtspunkte aus angestellte Experimente sind jedoch nicht beweisend und Calabarschwellungen treten überdies ja schon zu einer Zeit auf, wo, soweit wir wissen, die Würmer noch gar nicht geschlechtsreif sind; dementsprechend fand Külz[117] überhaupt keine Mikrofilarien in dem Gewebssafte eines Falles von Calabarschwellung.

Die Entstehung der Calabarschwellungen ist mithin noch keineswegs geklärt, wennschon ein Zusammenhang mit Loa zum mindesten als äußerst wahrscheinlich bezeichnet werden muß. Gemeinsam mit Schilling-Torgau, der sich in der neuen Auflage des Menseschen Handbuches der Tropenkrankheiten vom hämatologischen Standpunkte darüber äußern wird, scheint es mir am wahrscheinlichsten, und mit dem vorliegenden Tatsachenmaterial am besten vereinbar, daß von Loa produzierte Substanzen gleich manchen anderen Stoffen (genossenen Krebsen, Erdbeeren etc.) eine Disposition zu Urticaria —

seine weitere Marschroute an der Wange spürte Milroy an der eigenartigen stechenden Sensation, wie sie wandernde Würmer hervorrufen.

Die übrigen mir bekannten Fälle von „wandernden Calabarschwelluugen" sind folgende: Bei einem von zur Verth erwähnten, aber nur nach der Schilderung des später nachweislich an Calabarschwelluugen leidenden Patienten beschriebenen Falle „ging die etwa halb gänseeigroße Schwellung langsam im Verlauf von Tagen und Wochen vom Handgelenk zum Ellenbogen hinauf, kehrte ebenso langsam in die Nähe des Handgelenkes zurück, um dann schubweise anschwellend, mehr und mehr nachzulassen" (sinngemäß, nicht wörtlich zitiert).

Ferner beschreibt F. Plehn zwei Fälle wandernder Schwellungen aus Kamerun und zwei weitere aus Deutsch-Ostafrika (Bancrofti-Gegend): eine Schwellung von der Größe eines Fünfmarkstückes bis zu der eines halben Kartenblattes wanderte dabei, täglich um einige Zentimeter weit vorrückend, den ganzen Arm hinunter und dann wieder hinauf. Blanchard[20] S. 510 Anm. meint allerdings, es könne sich bei diesen Beobachtungen von Plehn um die durch wandernde Hypoderma lineata verursachte Affektion („Hautmaulwurf") gehandelt haben, doch scheint das wegen der Größe der Schwellung und wegen Fehlens der sonstigen für den „Hautmaulwurf" so charakteristischen Symptome wenig wahrscheinlich; wo tatsächlich eine Verwechselung mit „Hautmaulwurf" vorzuliegen scheint (cf. S. 309, Anm. **), lautet die Beschreibung ganz anders als sie Plehn gibt. Man könnte aber an ein unter der Haut wanderndes Sparganum (Bothriocephalus-Larve) denken und es ist zuzugeben, daß Plehns Fälle nicht beweiskräftig sind.

Bei dem von Ziemann[285] bei sich selbst beobachteten Falle wanderte eine hühnereigroße Schwellung auf dem Oberschenkel in 9 Tagen 15 cm weit; die Schwellung war jedoch stark schmerzhaft und verlief mit Fieber, so daß sie auch nicht ohne weiteres als Calabarschwellung angesehen werden kann.

denn das sind ja die Calabarschwellungen — schaffen, bei der die Eosinophilie eine Rolle spielt. Bei chronischer Urticaria-Disposition begünstigen erfahrungsgemäß ganz geringfügige Hautreize das Entstehen von Quaddeln und es scheint ferner sehr wohl denkbar, daß die Neigung dazu an solchen Körperregionen am stärksten ist, wo das Gewebe am reichlichsten mit den spezifischen Stoffen imbibiert ist, d. h. für unseren Spezialfall, wo am meisten Würmer unter der Haut sitzen. Es wird dabei anderseits nicht nötig sein, daß sich genau an der Stelle, wo die Quaddeln entstehen, augenblicklich gerade ein Wurm befindet, wennschon wiederum bei hinreichender Disposition auch eine Loa — ebenso wie dies ja auch andere Gewebsirritationen tun — den Auslösungsreiz für eine Quaddel abgeben mag. Für diese Auffassung würde übrigens auch die vor dem Medinensis-Durchbruch beobachtete Urticaria (cf. S. 280) sprechen. (Ueber Immunität gegen Calabarschwellungen siehe S. 301.)

Außer aus Loa-Gegenden wird auch über das Vorkommen ähnlicher Schwellungen aus Gebieten berichtet, in denen Loa nicht in Betracht kommen kann, sondern nur Perstans und Bancrofti.

So erwähnt Marshall aus des Bukoba-Gegend, wo Perstans sehr häufig ist, 3—4 Tage anhaltende Oedeme im Gesicht, an den Extremitäten und anderen Körperstellen, die nach der ganzen Beschreibung klinisch mit Calabarschwellungen identisch zu sein scheinen.

Die häufig bei dem „Mumufieber" Samoas (cf. S. 281) auftretenden, den Calabarschwellungen ähnlichen Hautsymptome und die in Fidschi anscheinend seltener vorkommenden derartigen Affektionen scheinen mir nach den Beschreibungen der Autoren [122], [123], [9] dagegen im Gegensatz zu den Calabarschwellungen mehr wirklich entzündlicher (auf Lymphangitis etc. beruhender) Natur zu sein, so daß ich sie nicht ohne weiteres mit diesen identifizieren möchte. Aus Bancrofti-Gegenden werden ferner ähnliche Hautschwellungen auch von Young (Jamaika) und Noc (Indochina) beschrieben, und nach A. Plehn berichten Highet aus Siam und Posnet aus Brasilien über zirkumskripte Hautödeme, die ihren Sitz schnell wechseln, zuweilen mit etwas Fieber verlaufen und nach A. Plehn wahrscheinlich ebenfalls zu den Calabarschwellungen gehören, jedoch scheint mir dies für alle aus Bancrofti-Gegenden stammenden Fälle nicht als erwiesen: die von F. Plehn in Deutsch-Ostafrika beobachteten Fälle wandernder Schwellungen sind bereits oben (Anm. ***) S. 291/92) besprochen.

Epidemiologie der Filarienkrankheiten.

I. Häufigkeit der Filarienkrankheiten und ihre praktische Bedeutung.

Der Prozentsatz der Filarienträger ist in vielen tropischen Gegenden ein ganz ungeheurer: oft ist die Mehrzahl der Einwohner, nicht selten fast die ganze Eingeborenenbevölkerung mit Bancrofti, Loa oder Perstans, oder auch mit mehreren Arten gleichzeitig infiziert.

Nur ein geringer Teil der Filarienträger ist jedoch als „Filarienkranke" zu bezeichnen.

Perstans, Demarquayi und Loa sind, soweit wir wissen, wohl nur durch gelegentliche Abszesse von ernsterer Bedeutung. Aber

auch Bancrofti-Träger bleiben in weit überragender Mehrzahl ohne alle Krankheitssymptome[148]; allerdings gibt es besonders stark infizierte Gegenden, wo auch der Prozentsatz der klinische Bancrofti-Symptome aufweisenden Leute recht erheblich ist. So fand Bahr auf Fidschi etwa die Hälfte der Männer und ein Fünftel der Frauen mit allerdings nur leichten klinischen Zeichen (Drüsenschwellungen etc.) von Bancrofti-Infektion behaftet; in Französisch-Guyana gibt es nach Clarac[96] wenig Einwohner — gleichgültig, welcher Rasse — die von einem bestimmten Alter an nicht mehr oder weniger schwere Filariensymptome zeigen; nach Ruffiandis sind auf einigen Inseln der Comoren 80—90 Proz. der erwachsenen Eingeborenen mit Filarienerscheinungen behaftet, wenn wir die Elephantiasis mit einrechnen (cf. S. 289, Anm. **). Besonders die Elephantiasis der männlichen Geschlechtsorgane ist auf den Comoren so überaus häufig, daß nach den Schätzungen von Ruffiandis auf der Insel Mayotte etwa die Hälfte der männlichen Bevölkerung infolge von Scrotal-Elephantiasis oder durch damit zusammenhängende Hodenveränderungen als zeugungsunfähig zu betrachten sei, womit anscheinend der Bevölkerungsrückgang dieser Gebiete zum Teil zusammenhinge. Auch auf den Fidschi-Inseln sind nach Bahr die Filarienerkrankungen der männlichen Geschlechtsdrüsen anscheinend ein Grund für die mangelhafte Volksvermehrung, so daß in manchen Gegenden die Filarienkrankheiten vom volkswirtschaftlichen Standpunkte die ernsteste Beachtung verdienen.

Unmittelbar lebensgefährlich können Filarienaffektionen durch Abszesse werden; auch die septische Funiculitis (cf. S. 286) mag recht viele Opfer fordern. Zu dauerndem schweren Siechtum führen höhere Grade von Elephantiasis. Während Volvulus mit seinen fibromartigen Hautknoten anscheinend nur ein harmloses äußeres Leiden ist (cf. aber S. 321 oben), bildet Medinensis in stark davon befallenen Gegenden eine recht üble Plage, zumal mißlungene Extraktionsversuche durch Eiterungen zu schweren Verstümmelungen, sogar zum Tode führen können.

Ueber die Verteilung der Filarien bei den verschiedenen Rassen, Geschlechtern und Altersklassen siehe S. 296ff.

II. Geographische Verbreitung der Filarieninfektionen und ihre Abhängigkeit von der Biologie der Parasiten und ihrer Ueberträger*).

Ganz ebenso wie es keine Malaria gibt, einerseits ohne geeignete Mücken und andererseits ohne Malariaparasiten-Träger, deren Blut für erstere den Infektionsstoff liefert, den sie später auf einen neuen Wirt übertragen, gilt dies offenbar auch für die Infektion mit Filaria bancrofti. Für Perstans und Demarquayi ist eine Uebertragung durch Mückenstiche ebenfalls äußerst wahrscheinlich; Loa, die sich in Chrysopsarten weiterentwickelt, wird wohl auch durch den Stich dieser Fliegen übertragen werden und für Volvulus ist Uebertragung durch

*) Ueber die geographische Verbreitung der einzelnen Arten wird in den betreffenden Spezialkapiteln berichtet; ausführlichere Angaben bringt Penel. Eine Verbreitungskarte der „Filarienkrankheiten" enthält das Handbuch von Scheube, eine Verbreitungskarte der Bancrofti das Lehrbuch von Ruge & zur Verth; Karten über die Verbreitung der Filarien in Afrika bringen Blatin & Joyeux.

Blutsauger gleichfalls am wahrscheinlichsten. Medinensis hat allerdings eine völlig abweichende Entwickelung und wird durch gewisse Cyclopsarten mit Trinkwasser übertragen.

Im allgemeinen kann man sagen, daß die Filarien des Menschen Parasiten tropischer und subtropischer, nicht zu hoch gelegener Gebiete sind. Dies stimmt mit der Uebertragung durch Mücken gut überein, die ja ebenfalls in feuchten tropischen Niederungen besonders zahlreich sind; auch die Entwickelung in der Mücke und die Uebertragung beim Mückenstich wird bei feucht-warmem Klima die geeignetsten Bedingungen finden (vgl. S. 268).

Allerdings genügt nach den bisher gemachten Erfahrungen [243], [148], [202] das Vorhandensein einer an sich zur Uebertragung geeigneten Mückenart offenbar noch nicht, um bei gleichzeitiger Anwesenheit von Mikrofilarienträgern und geeigneten klimatischen Bedingungen nun auch eine Verbreitung der betreffenden Filarienart herbeizuführen, sondern es gibt Gegenden, die sich in bezug auf die Filarien anscheinend ähnlich verhalten wie Gegenden mit „Anophelismus ohne Malaria“ *) (vgl. S. 256).

Bemerkt sei übrigens, daß andererseits aber auch über Einschleppung von Filarien in vordem freie Gegenden berichtet wird; so findet sich bei Low [148] die Notiz, daß Bancrofti durch Chinesen in Australien eingeschleppt sei, und Hillary zit. n. [38] glaubte, daß Elephantiasis durch afrikanische Negersklaven nach Barbados, wo sie zu Beginn des 18. Jahrhunderts noch selten war, gekommen sei.

Castellani & Chalmers halten es für nicht unwahrscheinlich, daß die Elephantiasis von Asien aus sich in historischer Zeit nach Westen verbreitet habe, indem sie sich auf die obigen Angaben von Hillary und auf die von Hendy beziehen und hinzufügen, daß die altindischen Schriftsteller die Krankheit gekannt hätten, Celsus dagegen anscheinend nicht. Celsus beschreibt aber seine ἐλεφαντίασις in einer Weise, daß nicht daran zu zweifelu ist, daß er von der Krankheit, die wir jetzt als „Elephantiasis Arabum“ bezeichneten, wenigstens gehört hat, wennschon er letztere, wie Unna ausführt, offenbar mit Lepra zusammengeworfen hat. Auch Lucretius Carus (95 a. Chr.) spricht von einer „Elephanten-Krankheit“, die in Mittelägypten herrschen soll.

[Jahreszeitliches Maximum der Filariasis.]

Einige Autoren [285], [44] sprechen auf Grund von Blutuntersuchungen von einem jahreszeitlichen Maximum der Filariasis (cf. auch S. 249), das sie anscheinend mit der Mückenhäufigkeit in Beziehungen zu bringen geneigt sind. Die Zeit von der Mückeninfektion bis zum Nachweisbarwerden der Mikrofilarien nimmt aber bei den Filarien des Menschen, soweit wir wissen, Jahre in Anspruch und die Infektion besteht dann noch weiterhin viele Jahre hindurch, so daß direkte Beziehungen zwischen der Zeit der Mückeninfektion und einem bei Blutuntersuchungen sich ergebenden jahreszeitlichen Mikrofilarien-Maximum nicht möglich sind. Eine größere Mikrofilarien-Anzahl in zu einer bestimmten Jahreszeit entnommenen Hautblutproben beweist aber auch noch nicht ohne weiteres, daß deshalb die Untersuchten zu dieser Zeit auch eine

*) Die Annahme eines Zusammenhanges zwischen Bancrofti- und Malariainfektion in dem Sinne, daß wie Wanhill will, ein Autagonismus zwischen beiden bestände, ist offenbar völlig unbegründet. Dem von Wanhill angeführten Beispiel von Barbados einerseits und Jamaica andererseits stehen z. B. die Angaben von Rouffiandis, der für die Comoren eine parallel gehende Häufigkeit beider Krankheiten konstatierte, diametral gegenüber, und wollte man dessen Befunde nicht gelten lassen, da sie sich hauptsächlich auf Elephantiasis beziehen dürften, so gibt es genug andere Beispiele von Gegenden, wo Malaria und Bancrofti reichlich nebeneinander vorkommen, z. B. Deutsch Neu-Guinea.

größere Mikrofilarien-Menge beherbergen; wie auf Seite 249 ausgeführt, könnte die Außentemperatur auf die in einer Blutprobe enthaltene Mikrofilarien-Anzahl von wesentlichem Einfluß sein.

Nur für den Medina-Wurm — bei dem aber die Verhältnisse völlig anders liegen als bei den Blutmikrofilarien produzierenden Arten — ist ein saisonales Auftreten nachgewiesen (cf. S. 326).

III. Vorkommen der Filarien bei den verschiedenen Rassen.

Eine Rassenresistenz gegen Filarien-Infektion gibt es anscheinend nicht*). Auch Europäer werden, wenn sie unter ähnlichen Bedingungen wie die Eingeborenen leben, nicht weniger als diese befallen und wenn in Kamerun nach Ziemann[285] der Prozentsatz der Europäer mit positivem Mikrofilarienbefund gegenüber den Eingeborenen verschwindend gering ist, so liegt das in erster Linie offenbar daran, daß die dortigen Europäer nicht im Lande geboren, sondern erst als Erwachsene zugewandert sind und nach stattgehabter Infektion die Kolonien auch oft wieder verlassen, bevor Mikrofilarien nachweisbar geworden sind.

In Westindien und in Britisch-Guyana, wo eine festangesessene weiße Bevölkerung lebt, ist der Prozentsatz der Weißen mit Nocturna im Blute sogar höher als bei den dortigen Negern.

Nach den Statistiken von Low[141, 148] aus Barbados waren unter den Weißen sogar über dreimal so viel Nocturnaträger als unter den Negern und Mulatten: der Autor möchte die hohe Zahl von 35,3 Proz. allerdings nicht als Durchschnittsinfektion der weißen Bevölkerung gelten lassen, da es sich bei seinen Fällen um ausgesuchtes Material gehandelt habe.

Nach Daniels[50] waren in Britisch-Guyana aber die landansässigen Portugiesen ebenfalls in höherem Prozentsatze als die dort geborenen Neger und Mischlinge mit Nocturna behaftet, während die — allerdings unter ganz anderen Bedingungen lebenden — Indianer der Urbevölkerung gänzlich frei davon waren. Ein Auszug aus seinen Tabellen ergibt an positiven Nocturnainfektionen in Prozenten der Untersuchten:

	Männer	Frauen
Weiße (portugiesischer Abstammung)	23,5	32
Mischlinge	20,4	38,6
Einheimische Neger	19,1	13,4
Eingeborene Indianer	0	0
[Indische Kulis (5 Jahre und länger im Lande)	6,4	5,9]
[Aus Westindien eingewanderte Neger	11,1	12,8]

Auf die von Daniels hauptsächlich auf Grund der „Wassertheorie“ (cf. S. 265/66) gebrachten Erklärungsversuche für das verschieden starke Befallensein der einzelnen Rassen gehe ich nicht ein, da sich unsere Anschauungen seit den Untersuchungen des Autors (1898) geändert haben.

IV. Abhängigkeit der Filarien-Infektion vom Geschlecht des Wirtes.

Ueber die Verteilung der positiven Mikrofilarienbefunde auf die Geschlechter liegt außer der eben angeführten auf Nocturna bezüglichen Tabelle eine Untersuchungsserie von Bahr

*) Allerdings gibt Rouffiandis an, daß auf den Comoren Europäer niemals an Bancrofti-Symptomen (bes. kommt dort Elephantiasis in Betracht) litten, während auf einigen dieser Inseln 80—90 Proz. der Eingeborenen mit solchen behaftet seien, und sich fernerhin auch die verschiedenen farbigen Volksstämme untereinander, anscheinend unabhängig von Wohnsitz und Lebensbedingungen, dort in recht verschiedenem Prozentsatz erkrankt zeigten. In anderen Gegenden werden aber auch Europäer keineswegs von Elephantiasis verschont. Vgl. auch die Kurve Fig. 25 auf S. 288.

bei der turnuslosen Fidschi-Bancrofti vor, die sich auf ca. 1300 Eingeborene erstreckt (Fig. 26 auf S. 299). Sie ergibt, im Gegensatz zu den Feststellungen von Daniels, einen nicht unwesentlich geringeren Prozentsatz infizierter Frauen als Männer*).

Die häufigere Infektion von Männern ist, wie Bahr meint, anscheinend überhaupt die Regel in filarienreichen Ländern; dies trifft nach Connals Untersuchungen wohl auch für Filaria loa und nach Feldmann[67] für Perstans zu, während Cook[46a] ein Ueberwiegen der Perstans-Infektion bei den Weibern fand**).

Die obigen Angaben der Autoren lassen sich schwer miteinander in Einklang bringen, doch mag dies — vorausgesetzt, daß es sich immer um einwandfreies Material gehandelt hat***) — vielleicht mit den Lebensgewohnheiten der verschiedenen Völkerschaften zusammenhängen.

Ueber die Elephantiasis-Häufigkeit bei den Geschlechtern siehe S. 289.

V. Abhängigkeit der Filarien-Infektion vom Lebensalter des Wirtes.

Ueber die prozentuale Häufigkeit der Mikrofilarienbefunde in den verschiedenen Lebensaltern ist folgendes zu bemerken:

Daß man bei solchen Kindern, deren Lebensalter niedriger ist als die Zeit beträgt, welche von der Invasion der Filarien bis zum klinischen Nachweis der Mikrofilarien vergeht, die letzteren nicht findet, ist selbsverständlich; höchstens könnte eine Ueberwanderung der erwachsenen Würmer von der Mutter auf den Fötus in Betracht kommen, da die Mikrofilarien die Placenta ja nicht passieren (cf. S. 271 u. S. 244). Nach erlangter Geschlechtsreife der Würmer wird die Anzahl der Mikrofilarien im Blute der Kinder durch Anreicherung allmählich zunehmen, auch wenn keine Neuinfektion erfolgte; eine solche wird bei eingeborenen Kindern aber häufig stattfinden[2, 30, 118].

Die Anzahl der tatsächlichen Mikrofilarienfälle wird also nicht nur mit dem Alter zunehmen, sondern wir werden bei älteren Jahrgängen die Parasitenträger — bei der ja meist üblichen Untersuchung nur eines Präparates — auch weniger leicht übersehen, weil

*) Wie Bahr bemerkt, wären die Fidschi-Männer bei ihrer Beschäftigung auf den Feldern den Stichen der Tag- und hauptsächlich Buschmücke Stegomyia pseudoscutellaris, des praktisch auf Fidschi nur in Betracht kommenden Ueberträgers, mehr ausgesetzt als die Frauen, die meist im Hause blieben. Nach Analogie mit Malaria sollte man freilich erwarten, daß die Infektionen meist im Hause erfolgen; auch Daniels & Alcock betrachten die Hausmücken als die gefährlicheren (cf. S. 305/06).

**) Unter 150 untersuchten Waganda waren 47,7 Proz. Männer und 59 Proz. Weiber Perstans-Träger (berechnet aus Gruppe A und B der zitierten Cookschen Publikation).

***) So lassen sich aus dem Material von Cazanove, der bei in Algier untersuchten Negertruppen verschiedener Herkunft eine über 3mal stärkere Mikrofilarieninfektion fand als bei dem zugehörigen weiblichen Anhang, wohl keine Schlüsse ziehen, da farbige Soldaten — ganz abgesehen davon, daß auch das Alter in Betracht gezogen werden muß — oft mit Weibern anderer Stämme leben.

die Mikrofilarienzahl bei ihnen eine viel größere ist*) und dies wird in unseren Statistiken sicher eine sehr wesentliche Rolle spielen.

Ich glaube, daß damit auch die Angabe von Annett, Dutton & Elliott: daß sie bei der Untersuchung von 390 Individuen bis zu ca. 18 Jahren nur einmal, und zwar bei einem 11-jährigen Kinde, in einer an **Diurna** reichen Gegend ein einziges Mikrofilarienexemplar fanden, erklärlich wird, zumal die Autoren diesen Befund bei Malariauntersuchungen, also in dünnen Ausstrichen, erhoben (vgl. S. 277, Anm. *). Mit welchen Methoden Foran arbeitete, der ebenfalls konstatierte, niemals Microfilaria diurna bei Kindern unter 13 bis 14 Jahren gesehen zu haben, ist nicht ersichtlich. Jedenfalls wäre Microfilaria diurna schon viel früher bei Kindern zu erwarten, da Europäer ca. 3—4 Jahre nach der Infektionsmöglichkeit vereinzelte, bald aber an Zahl zunehmende Diurna im Blut haben können [118, 264] und die eingeborenen Kinder nicht von Loa-Invasionen verschont bleiben, sondern nach den Angaben aller Autoren häufig wandernde Würmer und andere Zeichen erfolgter Loa-Infektion aufweisen [269, 118, 77].

Leider beziehen sich die Statistiken von Külz (Fig. 27) auf Microfilaria diurna**) und perstans gemeinsam — Doppelinfektionen sind in Süd-Kamerun ja fast die Regel —, so daß sich daraus die obigen Angaben von Annett, Dutton & Elliott und Foran nicht direkt widerlegen lassen; es ist aber als sicher anzunehmen, daß Külz es in seinem ausführlichen Texte angegeben haben würde, wenn sich Perstans und Diurna in bezug auf das Auftreten im Kindesalter prinzipiell verschieden verhalten hätten und er hat mir auch persönlich bestätigt, daß es nicht der Fall war.

Für **Perstans** liegen auch noch andere Beweise einer Infektion im frühen Kindesalter vor. Hodges sah sie, wennschon nur zweimal, bei Kindern von anderthalb Jahren, dann folgte mit steigendem Alter allmähliche Zunahme der positiven Befunde und die Mittelzahl für Kinder unter 7 Jahren ergab einen Prozentsatz von bereits 22,7 Infizierten gegenüber 62,9 Proz. bei Individuen über 7 Jahren (inklusive der ganz Erwachsenen)***). Nach Leger waren Kinder von 8—15 Jahren in einem Prozentsatz von 6,85 mit Perstans infiziert, Erwachsene in 9,8 Proz. Feldmann [67] gibt allerdings an, daß man Perstans bei Kindern ganz selten anträfe†) und Beck bemerkt im deutschen Schlafkrankheitsbericht [16], daß die Kommission bei Kindern unter 8 Jahren regelmäßig keine Perstans fand.

Ueber die mit dem Alter zunehmende Infektion mit der **Bancrofti**-Larve siehe die nach den Angaben von Bahr und denen von Whyte entworfenen Kurven (Fig. 26); auch Manson [161 zit. n. 276] fand Microfilaria nocturna reichlicher bei älteren Leuten als bei 10- bis 20-jährigen.

*) So erwähnt Külz [118], daß „während z. B. im Bluttropfen eines Kindes von vielleicht 5 Jahren 2—3 Mikrofilarien zu finden waren, die entsprechende Menge eines 50-jährigen 20 oder mehr Exemplare enthielt". Natürlich kann aber auch ein Kind zuweilen relativ viel Mikrofilarien im Blute haben [9].

**) Es ist nicht ausgeschlossen, daß unter seinen großen gescheideten Mikrofilarien auch Bancrofti waren, da diese ja auch bei Tages-Untersuchungen im Blute nicht absolut zu fehlen brauchen, und Külz im frischen Präparate untersuchte.

***) Bei den gleichzeitig mit Schlafkrankheit infizierten Eingeborenen waren von den Individuen unter 7 Jahren sogar 61 Proz., von den über 7 Jahren 77,6 Proz. mit Microfilaria perstans behaftet (vgl. hierzu S. 311, Anm. **).

†) Am häufigsten bei Leuten zwischen 30—50 Jahren.

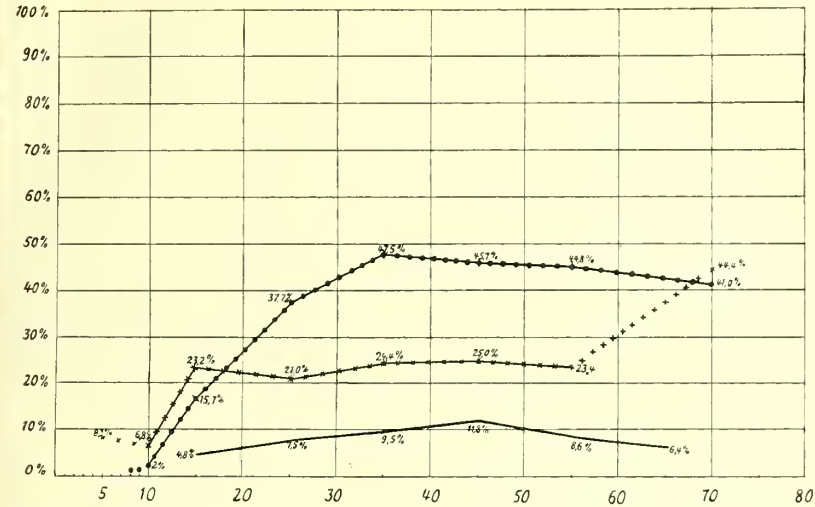


Fig. 26. Die Bancrofti-Infektion in verschiedenen Lebensaltern.
•••••—•— Prozentsatz der mit der turnuslosen Bancrofti-Mikrofilarie infiziert gefundenen Fidschi-Männer (konstruiert nach einer Tabelle von BAHR[9]).
×‹×›×—×—×‹ Prozentsatz der mit der turnuslosen Bancrofti-Mikrofilarie infiziert gefundenen Fidschi-Frauen (konstruiert nach einer Tabelle von BAHR[9]).
- - - - —— Prozentsatz mit Nocturna infiziert gefundener süd-chinesischer Bevölkerung (konstruiert nach der Tabelle von WHYTE[276]).

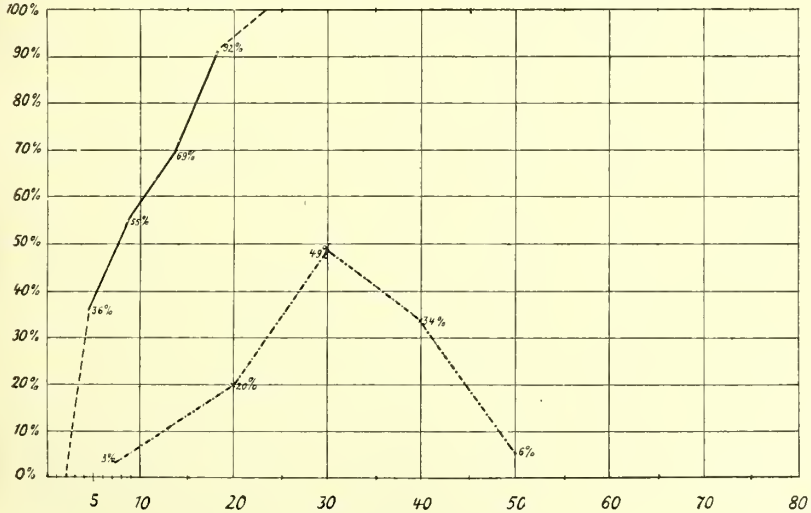


Fig. 27. Die Mikrofilarieu-Infektion in verschiedenen Lebensaltern bei westafrikanischen Eingeborenen.
- - - - —— Prozentsatz von mit Perstans oder Loa resp. allen beiden infiziert gefundenen Süd-Kamerunern (konstruiert nach einer Tabelle von KÜLZ[118]).
•••••—•— Prozentsatz von mit Mikrofilarien (Loa, Bancrofti, Perstans) infiziert gefundenen Lagos-Leuten (nach einer Kurve von CONNAL[44]).

Anmerkung zu den Kurven. Aus den Tabellen, nach denen die Kurven konstruiert wurden — nur die von CONNAL ist vom Autor selbst entworfen — sind die Prozentzahlen nicht für die einzelnen Jahrgänge, sondern nur für eine Gruppe von Jahrgängen ersichtlich; hieraus wurde bei der Kon-

Die Kurven der Fig. 26 zeigen ferner für die Nocturna und ebenso für die turnuslosen Bancrofti-Larven, soweit die Männer in Betracht kommen, den größten Prozentsatz Infizierter zwischen 30 und 40 resp. 40 und 50 Jahren; danach sinkt die Kurve wieder ab. Noch ausgesprochener wäre dieses Absinken nach der Kurve von Connal (Fig. 27), die sich auf Loa, Bancrofti und Perstans bezieht. Dagegen steigt die Kurve, welche den Prozentsatz der mit der turnuslosen Bancrofti-Mikrofilarie infizierten Fidschi-Weiber angibt (Fig. 26), nach einer undeutlichen Erhebung zwischen 40—50 Jahren nach dem 60. Jahre sehr erheblich an und ebenso ergeben die Zahlen von Manson[161 zit. n. 276] für die Nocturna eine Zunahme bis ins hohe Greisenalter; auch Külz bemerkt (für Diurna und Perstans), daß alte Leute besonders stark infiziert seien. Jedenfalls genügt also das bisher vorliegende Material nicht, um die Frage, ob im späteren Alter die Mikrofilarien wieder spärlicher im Blute gefunden werden, zu entscheiden.

VI. Infektion mit mehr als einer Filarienart; Immunität und Resistenz.

Infektion mit einer Filarienart schützt nicht gegen die mit einer anderen*): sind doch Doppelinfektionen mit Diurna und Perstans in manchen Gegenden Kameruns geradezu die Regel und auch alle anderen Kombinationen kommen vor, wennschon anscheinend nicht so häufig wie die eben genannte[44].

Eine Rassenresistenz scheint, wie bereits bemerkt (cf. S. 296), nicht vorhanden zu sein (die Differenzen, die Daniels für die Nocturna-Infektion der Europäer- und Negerbevölkerung angibt, bedürfen allerdings noch näherer Aufklärung).

Wie oben (cf. S. 297 ff.) ausgeführt, beruht auch die relativ geringe Mikrofilarieninfektion der Kinder offenbar nicht auf einem dem Kindesalter als solchem eigentümlichen Verhalten gegen die Filarieninfektion.

An eine erworbene Immunität könnte man denken, wenn man einen Abfall des „Filarien-Index" im späteren Lebensalter als erwiesen annehmen wollte (cf. oben); speziell für Bancrofti könnte man das Abnehmen der Mikrofilarien im späteren Alter allerdings auch mit fortschreitenden Veränderungen im Lymphgefäßsystem der Bancrofti-Träger in Zusammenhang bringen (cf. S. 284 ff).

Für erworbene Immunität würde ferner sprechen, daß Eingeborene, die tagaus, tagein in ihren Hütten den Stichen infizierter Mücken ausgesetzt sind, nicht, wie Manson[168] sich drastisch ausdrückt, gleichwie weiland Herodes von den Würmern „aufgefressen" werden, sondern daß die Zahl der Filarien doch immer eine relativ begrenzte bleibt. — Die von Manson[161], Maxwell und Whyte gemachten Beobachtungen, daß Bancrofti-Träger, obschon sie in en-

struktion der Kurven die Mittelzahl genommen. Wenn z. B. der Autor die Mikrofilarien-Infektion zwischen dem 20. und 30. Jahre mit 21 Proz. angibt, so wurde 21 Proz. in der Kurve bei 25 Jahren eingetragen.

Wo infolge zu geringen Materials der Verlauf der Kurve augenscheinlich zu unsicher wurde, ist letzterer „punktiert" gezeichnet.

*) Ouzilleau gibt allerdings an, daß Träger von Volvulus-Tumoren — auch wenn sie nicht gleichzeitig mit Elephantiasis behaftet seien (cf. S. 278, Anm. *) — Loa- und Perstans-Mikrofilarien in einem geringeren Prozentsatze als die übrige Bevölkerung im Blute hätten. Vgl. hierzu auch S. 320/21.

demisch infizierter Gegend mit ihren Familienangehörigen dasselbe Zimmer oder Bett teilen, die Infektion trotzdem nicht auf alle diese übertragen, könnte im Sinne einer persönlichen Widerstandsfähigkeit gegen die Filarieninfektion aufgefaßt werden; freilich wäre zu berücksichtigen, daß ein mit Bancrofti Infizierter lange ohne Mikrofilarienbefund bleiben kann (cf. S. 270), und daß die Mikrofilarien auch wieder verschwinden können (cf. S. 235).

Als ein Vorliegen erworbener Immunität gegen die Wirkung von Filarien resp. gegen von ihnen produzierte Giftstoffe muß es wohl gedeutet werden, daß wie Külz[118] berichtet, die Eingeborenen mit Loa infizierter Gegenden stets angeben, nur in ihrer Kindheit an Calabarschwellungen gelitten zu haben und letztere auch bei Europäern anfangs am häufigsten zu sein pflegen (cf. S. 290).

Daß diese Schwellungen bei mit Loa infizierten Europäern mit der Zeit seltener zu werden pflegen, könnte auch mit der Annahme, daß die älter werdenden Würmer sich aus der Haut in tiefere Gewebe zurückzögen, erklärt werden, doch sprächen die auf Seite 309/10 angeführten Beobachtungen dagegen. Wollte man aber annehmen, daß die erwachsenen Eingeborenen aus demselben Grunde keine Schwellungen mehr bekämen, so wäre man andererseits zu der Annahme genötigt, daß sie gegen Reinfektionen mit Loa widerstandsfähig geworden wären: Letzteres mag, wie oben angedeutet, immerhin bis zu einem gewissen Grade der Fall sein, doch zeigen sich, wie mir Dr. Külz mitteilte, auch bei erwachsenen Eingeborenen endemisch infizierter Gegenden öfter wandernde Loa unter dem Integument, und trotzdem treten keine Schwellungen bei ihnen auf.

Prophylaxe und Therapie der Filarienkrankheiten.

Ausführlichere Angaben hierüber würden den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, und es sei auf die unter Nr. 137, 243, 167, 96, 38, 57 zitierten Werke verwiesen. Einige diesbezügliche Notizen finden sich auch auf S. 239 ff., 274, 306, 327.

Spezieller Teil.

I. Filaria bancrofti Cobbold 1877 *).

Verbreitung. Filaria bancrofti kommt nach Castellani & Chalmers auf der östlichen Halbkugel zwischen dem 35. Grad nördlicher und dem 25. Grad südlicher Breite, auf der westlichen vom 25. Grad nördlicher Breite bis zum 30. Grad südlicher Breite in allen Erdteilen, aber nur in begrenzten Gebieten vor; besonders heimgesucht sind Seeküsten und Flußniederungen. Eine Anzahl einwandsfreier endemischer Fälle wurden freilich auch erheblich weiter polwärts beobachtet.

Aus Europa sind zwei in Spanien (in der Gegend von Barcelona) erworbene Fälle bekannt[199], und Castellani & Chalmers erwähnen (ohne nähere Quellenangabe), daß Bancrofti angeblich auch in der europäischen Türkei vorkommen soll.

In Asien ist Bancrofti weit verbreitet, besonders in Indien, Indochina, China, auch auf den Philippinen und im südlichen Japan.

*) Ueber die Entdeckungsgeschichte siehe S. 192 ff.

In Afrika ist der Parasit sehr häufig, besonders an der West- und Ostküste (aber stellenweise auch im Innern, z. B. im Seengebiet), ferner auf Madagaskar und den benachbarten Inseln und er kommt auch in Aegypten und sonst in Nordafrika vor*). Was speziell die deutschen Kolonien**) anbelangt, so ist Bancrofti in Deutsch-Ostafrika stellenweise recht häufig, in Togo kommt sie vor, wennschon anscheinend nicht reichlich[115], in Kamerun ist sie in manchen Gegenden sehr verbreitet[117], in Südwestafrika wäre sie im nördlichen Teile wohl zu erwarten, spielt aber in dieser Kolonie sonst wohl kaum eine Rolle***).

In Amerika ist Bancrofti auf den meisten westindischen Inseln häufig, ebenso in Englisch-, Französisch- und Holländisch-Guayana und stellenweise in Brasilien (Bahia); sie kommt auch in Venezuela und Columbien, ferner in Zentralamerika (an der atlantischen Küste Mexikos) und im Süden der Vereinigten Staaten (zahlreiche einheimische Fälle, sogar so weit nördlich wie Charlestown S.C., je ein Fall auch aus Washington und Philadelphia) vor und wird endlich aus Argentinien (Buenos Aires und La Plata) erwähnt[199, 38].

In Australien ist Bancrofti besonders in Queensland verbreitet.

Das Südsee-Gebiet ist stellenweise ungemein stark infiziert, z. B. die Küsten von Deutsch-Neuguinea und der Bismark-Archipel. Während dort und auf den Salomonen die Nocturna-Varietät der Bancrofti-Filarie herrscht[87, 9], zeigt die auf Samoa, Fidschi, den Tonga-



Fig. 28. Männchen (a) und Weibchen (b) von Filaria bancrofti in natürlicher Größe. (Nach Manson[167]).

Inseln und den Walles-Inseln zum Teil ungeheuer stark verbreitete Bancrofti-Larve keinen „Turnus". Frei von Bancrofti sind anscheinend die Mariannen und auf den Karolinen und Marshallinseln dürfte sie ebenfalls meist fehlen oder doch zum mindesten selten sein.

Morphologie. Filaria bancrofti ist ein im frischen Zustande weißer (in konserviertem bräunlicher), dünner, einem Pferdehaar ähnlicher Wurm. Das ♀ ist etwa fingerlang, das ♂ etwa halb so groß wie ersteres (Fig. 28). Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale gegenüber den anderen Filarienarten des Menschen sind aus der Tabelle S. 188/89 ersichtlich. In frischem Zustande ist die Oberfläche des Wurmes wahrscheinlich klebrig[137, 81].

*) Was Südafrika anbelangt, so will Looss[137] die im Harn von farbigen Natal- und Transvaalleuten von Strube angetroffenen Würmer nicht ohne weiteres als Microfilaria bancrofti gelten lassen.

**) Im allgemeinen sind wir über die Verbreitung der Filarien in den deutschen Kolonien weniger orientiert als über die in den französischen und englischen Besitzungen, aus denen zum Teil sehr eingehende Untersuchungen vorliegen. In Kamerun müßte mit Hülfe der neuen Methoden die Häufigkeit der Microfilaria bancrofti gegenüber der Microfilaria loa genauer untersucht werden.

***) In einem Referat von Ruge über eine englische Arbeit von Flemming[73] wird ein Filarien-Fall aus Deutsch-Südwestafrika erwähnt; sollte es nicht vielleicht nur „Deutsch-Westafrika" heißen?

Das Männchen ist nach Looss[137] ca. 45 mm lang*), ca. 0,1 mm dick und durch seinen mehr oder minder eingerollten Schwanz als solches (auf Fig. 28 nicht angedeutet) erkennbar. Die Ano-Genitalöffnung liegt auf einer kleinen Hervorragung, ganz nahe dem breitgerundeten Körperende. Ueber die Anzahl und Anordnung der Schwanzpapillen wissen wir noch nichts Bestimmtes**). Die Spicula sind von ungleicher Größe (0,2 und 0,6 mm).

Das Weibchen wird nach Looss bis 90 mm lang, hat jedoch, obwohl geschlechtsreif, meist eine geringere Länge (s. auch Anm. *). Die Breite beträgt 0,24—0,28 mm[137] (s. auch Anm. *), ist etwa am Ende des vorderen Körperviertels am größten und nimmt nach hinten zu allmählich ab. Die Außenhaut (Cuticula) ist nach Leiper[129b] zart, wenn auch oft nur undeutlich quergestreift. Das Vorderende ist leicht kugelförmig, gewissermaßen „sondenkopfartig", gestaltet (Tab. IV, Fig. 3), und die endständige Mundöffnung zeigt meist nur undeutliche Papillen***). Der Anus liegt ca. 0,2—0,3 mm[199, 9] von dem breitgerundeten Körperende. Die Vulva befindet sich nach den Angaben der verschiedenen Autoren 0,434—1,3 mm †) hinter dem Kopfende und führt in eine einfache Vagina, welche sich distalwärts in die beiden Uterusschläuche gabelt; die letzteren nehmen fast das ganze Körperinnere ein und sind im distalen Teile mit Eiern, im proximalen mit bereits reifen, gestreckten Larven vollgepropft.

Die Frage, ob die als Bancrofti beschriebenen Filarien vielleicht in mehrere Arten zerfallen, ist auf S. 288/89 besprochen.

Die im Blute kreisende resp. aus chylösem Urin etc. gewonnene Microfilaria bancrofti (nocturna) ist nach Manson[167] etwas mehr oder weniger als 300 μ lang und 8—11 μ dick; nach Low[150] 280—320 μ (im Mittel 310—317 μ) lang und 7,5—8,4 μ dick; nach Looss[137] 300—320 μ lang, aber nicht über 6,6 μ dick; nach Foley (beim Absterben gemessen) 280—295 μ lang und 5,5—5,75 μ dick; nach Fülleborn[81] (absterbend oder abgestorben gemessen) 240 bis 300 μ und darüber lang; Bahr fand die turnuslose Fidschi-Mikrofilarie (beim Absterben gemessen) ebenfalls 240—310 μ lang bei 6—7 μ Dicke.

Die Angaben der übrigen Autoren variieren zum Teil sehr bedeutend, was bei zu kleinen Längenangaben vielleicht durch Messungen geschrumpfter Exemplare des Trockenpräparates erklärt werden könnte (vgl. hierzu S. 205 ff.); es werden aber auch erheblich größere Zahlen angegeben, ja von Remlinger & Menahem Hoddra Bey sogar 1—2 mm bei 0,05—0,15 mm Dicke! ††).

*) Die von Bahr aus Fidschi beschriebenen Bancrofti erreichen nicht die von Looss angegebenen Längenmaße; von den 4 frisch gemessenen Männchen war das längste 29 mm, von den 6 reifen Weibchen das längste 67 mm. Auch die Breitenmaße der Weibchen sind bei seinem Material geringer (0,128—0,222).

**) Während Manson keine präanalen, sondern nur 3 Paar postanaler Papillen gesehen zu haben glaubte, gibt Leiper[129b], dem das Fidschi-Material von Bahr zur Verfügung stand, an, „selten mehr als 4 Paar präanaler [paranaler?] Papillen gesehen zu haben".

***) Die Angaben über die Mundpapillen variieren stark; vgl. hierzu Looss[137] und Leiper[129b].

†) Die Differenzen sind recht auffallend groß! Während auf Grund der älteren Untersuchungen (cf. die unter 199 zitierte Arbeit, S. 20) in den Lehrbüchern 1,2—1,3 mm angegeben wird, notiert Daniels[55, 57] nur 0,66—0,75 und aus der Berechnung der Fülleborn'schen Mikrophotogramme[81 Taf. I] resultiert eine ähnliche Zahl (ca. 0,5—0,6). Bahr, dessen Fidschi-Material Leiper[129b] mit den Cobbold'schen Typen identifizieren konnte, gibt für geschlechtsreife Würmer ebenfalls nur 0,434—0,76 mm Vulva-Abstand vom Vorderende an. Infolge der Größenunterschiede der einzelnen Exemplare (cf. Anm. *) wäre aber eine prozentuale Berechnung (z. B. nach dem Cobb'schen Schema[2]) geboten, und zwar prinzipiell für alle Filarienbeschreibungen.

††) Da diese Angabe sowohl in der deutschen als auch in der französischen Arbeit der Autoren abgedruckt ist, scheint es sich nicht um einen bloßen Druckfehler zu handeln; die „Mikrofilarien" waren in chylurischem Urin festgestellt worden. Vgl. hierzu S. 234.

Die abweichenden Dimensionen von sonst Bancrofti gleichenden Mikrofilarien sind öfter die Veranlassung gewesen, darin neue Arten zu vermuten. So erwähnt Brochard[27] von den Wallis-Inseln, im gefärbten Trockenpräparat unter sonst 220—250 μ langen Mikrofilarien einige Exemplare von 370 μ Länge gefunden zu haben, die er für eine neue Art anzusprechen geneigt ist*). Auf Grund zu kleiner Dimensionen wurde die Microfilaria powelli aufgestellt (siehe S. 229).

Wennschon unerklärlich starke Größendifferenzen die Vermutung, daß es sich um neue Arten handelt, nahelegen, so ist andererseits wegen Schrumpfungen und anderer Präparationsfolgen (vgl. Anm. *) die größte Reserve am Platz; ja selbst bei zu großen Exemplaren des frischen Präparates würde noch nicht mit absoluter Sicherheit das Vorliegen einer neuen Art bewiesen sein, da unter besonderen Umständen ein sehr starkes Heranwachsen der Mikrofilarien eintreten kann (cf. S. 237).

Ueber die Morphologie und Biologie der Microfilaria bancrofti siehe den allgemeinen Teil.

Ueber den Aufenthalt der erwachsenen Würmer sei auf S. 193/94 verwiesen.

Eine Zusammenfassung der wichtigsten Krankheitssymptome, die auf Bancrofti zu beziehen sind oder doch bezogen worden sind, gibt die Tabelle auf S. 188/89; im übrigen vgl. S. 278ff.

Die Ueberträger. Theobald bringt folgende Zusammenstellung über Bancrofti übertragende Mücken**):

a) Mückenarten, welche Bancrofti übertragen können: Culex fatigans***), Pyretophorus costalis; Myzomyia rossii, Myzorhynchus nigerrimus, Myzorhynchus minutus; Mansonia uniformis; Mansonia pseudotitillans; Cellia albimanus.

b) Arten, in welchen die Mikrofilarien mindestens eine Zeit lang am Leben bleiben: Anopheles annulipes; Culex nigrithorax; Culex procax; Culex vigilax; Culex annulirostris; Mucidus alternans; Scutomyia notoscripta.

c) Arten, in denen die Mikrofilarien ebenfalls angetroffen werden können, in denen sie jedoch anscheinend vor erlangter Reife absterben†): Stegomyia scutellaris; Stegomyia fasciata [jetzt Aedes colopus]††); Culex microannulatus; Anopheles maculipennis; Myzomyia funesta.

*) Brochard berechnet daraus, daß die in seinen Präparaten 220—250 μ messenden Mikrofilarien den im frischen Zustande ca. 300 μ langen Bancrofti entsprächen, für die im Trockenpräparate 370 μ lang gefundenen eine ungefähre Länge von 500 μ. Das ist aber nicht ohne weiteres angängig, denn im Trockenpräparate können ganz verschieden starke Mikrofilarienschrumpfungen in dessen verschiedenen Abschnitten vorhanden sein, ja, wenn dünne Ausstriche gemacht werden, kann es sogar zu einer übermäßigen Streckung einzelner Exemplare kommen (cf. S. 207, Anm. *).

**) Eine ausführliche Liste mit Einschluß derjenigen Stechinsekten, welche völlig negative Befunde in bezug auf die Bancrofti-Entwickelung ergaben, bringen auch Castellani & Chalmers; in einigen Punkten weicht sie allerdings von der Theobaldschen ab. — Eine Anzahl von Unstimmigkeiten zwischen der obigen Zusammenstellung und der älteren Literatur beruhen auf Aenderungen der Mücken-Nomenklatur resp. Zusammenfassung alter Arten und Trennung alter in mehrere neue Arten.

***) Nach Lebredo ist in Havana auf Kuba Culex pipiens ein sehr guter Ueberträger. Sollte es sich dort auch vielleicht um Culex fatigans handeln?

†) In diese Gruppe käme noch nach Bahr für die turnuslose Fidschi-Bancrofti der Culex jepsoni.

††) Sambon[240] erwähnt gelegentlich, daß Stegomyia fasciata in Nigeria Bancrofti-Ueberträger sei und sie wird auch von Castellani & Chalmers unter den wirksamen Ueberträgern aufgeführt. Dagegen gelangte in den mit Stegomyia (offenbar St. fasciata) von Lebredo in Havana unternommenen

Von denjenigen Arten, welche an sich zur Bancrofti-Uebertragung fähig sind, kommt jedoch nur wenigen eine epidemiologische Bedeutung zu. Praktisch am wichtigsten ist nach Daniels & Alcock Culex fatigans, eine ausgesprochene „Hausmücke", obschon in manchen Plätzen Mansonia uniformis eine ebenso große oder größere Rolle spiele. Die anderen Arten übertrügen, soweit sie dazu überhaupt befähigt seien, zwar auch gelegentlich Bancrofti, aber doch relativ selten; unter den Anophelen seien Myzomyia rossii, Myzorhynchus-Arten — die Autoren führen M. sinensis und barbirostris an — und Pyretophorus costalis die wichtigsten.

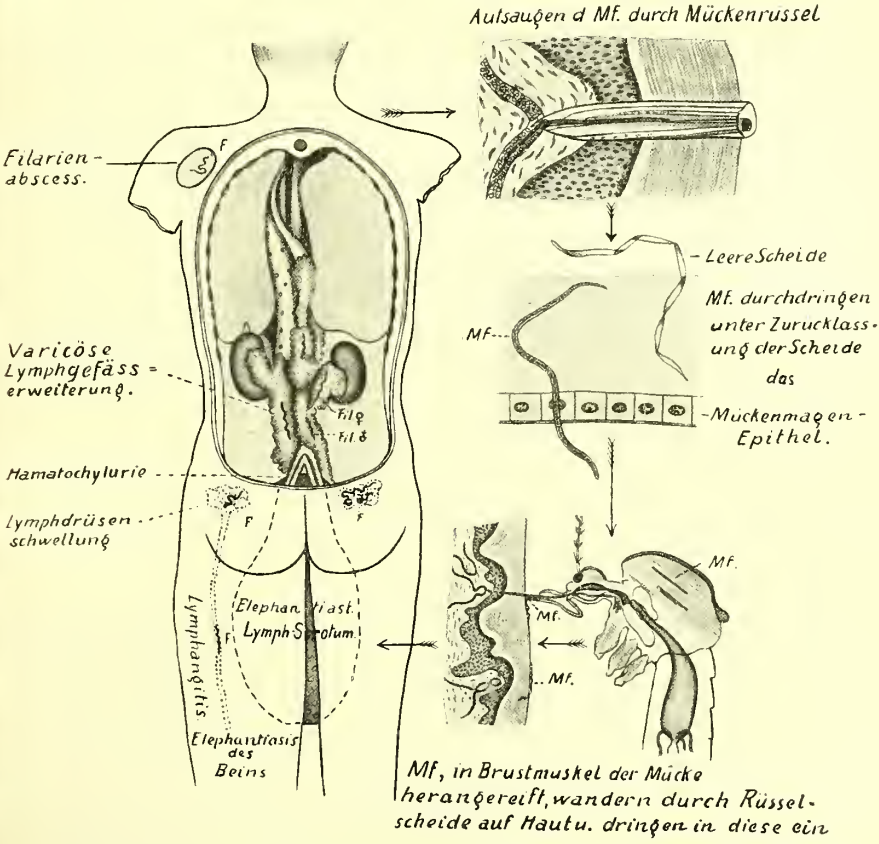


Fig. 29. Der Entwickelungszyklus von Filaria bancrofti und die wichtigsten durch den Parasiten verursachten Krankheiten. (Nach einer Wandtafel des Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten zu Hamburg.)

Uebertragungsversuchen Bancrofti nicht zur Reife und nach den Erfahrungen von Bahr in Fidschi würde diese Mücke, wenn überhaupt, so doch höchstens ganz gelegentlich einmal übertragen können. Auch Fülleborn[81] hatte mit Stegomyia fasciata negative Ergebnisse, und dasselbe berichten Ashburn & Craig[6] für ihre turnuslose „Philipinensis" (cf. S. 228) von einer Stegomyia, deren Species allerdings nicht angegeben ist. Zum mindesten dürfte also Stegomyia fasciata praktisch keine Rolle als Bancrofti-Ueberträgerin spielen, im Gegensatz zu Stegomyia pseudoscutellaris (siehe weiter unten).

Nach den neuen Untersuchungen von Bahr ist ein nie versagender Ueberträger für die turnuslose Fidschi-Bancrofti die Stegomyia pseudoscutellaris, während Culex fatigans, der sonst als einer der wirksamsten Bancrofti-Ueberträger gilt, und auch für die turnuslose Bancrofti der Philippinen ein ziemlich guter Zwischenwirt ist, in Fidschi nur ausnahmsweise in Betracht kommen dürfte.

Ueber die Entwickelung in der Mücke und die Uebertragung durch Mückenstiche siehe S. 255 ff.

Auf die **Therapie** der durch Bancrofti hervorgerufenen Krankheiten kann hier nicht näher eingegangen werden. Sie ist im wesentlichen eine symptomatische und bei Elephantiasis meist eine operative, wennschon bei letzterer neuerdings auch von guten Erfolgen mit Fibrolysin-Einspritzungen nach Castellani und einer gegen die Kokken gerichteten Behandlung mit spezifischen Seris sowie mit in derselben Absicht gegebenen hohen Dosen von Eisen berichtet wird[60, 233]; Leber & v. Prowazek sahen bei elephantiastischen Entzündungen gute Erfolge von Phenocoll (vgl. auch S. 240, Anm. **).

Die **Prophylaxe** ist bei den durch Mücken übertragenen Filarienkrankheiten eine ähnliche wie bei Malaria und besteht in der Vernichtung der übertragenden Mücken, in Mückenschutz und in der Trennung der Europäer-Quartiere von den Eingeborenen-Ansiedlungen. Ueber die Lebensgewohnheiten der wichtigsten Ueberträger und die sich daraus ergebenden Bekämpfungsmaßregeln berichtet speziell für Culex fatigans und Mansonia uniformis das Lehrbuch von Daniels & Alcock, für Stegomyia pseudocsutellaris die Arbeit von Bahr.

II. Filaria loa Guyot 1778.

Der Name Loa rührt von der für den Wurm bei den Angola-Negern üblichen Bezeichnung her. Der Parasit, welcher ja durch seine Augenwanderung die Aufmerksamkeit auf sich zieht, ist seit langem bekannt; ein alter Holzschnitt von 1598[21] zeigt bereits die Extraktion der Loa aus dem Auge und zugleich das Herauswickeln von Dracunculus medinensis, mit dem Loa anfänglich verwechselt wurde.

Verbreitung. Filaria loa ist auf das tropische Westafrika beschränkt, wo der Wurm streckenweise nicht nur an der Küste (von Sierra Leone bis Benguela), sondern auch bis weit ins Innere hinein vorkommt; so ist er in Kassai, d. h. ca. 1000 km von der Kongomündung entfernt, nachgewiesen worden, während allerdings die in Uganda angeblich beobachteten beiden Fälle von Microfilaria diurna[46 *]) zum mindesten kein Beweis für das endemische Vorkommen daselbst sind[167]. Durch den Sklavenhandel wurde Filaria loa auch nach Westindien und Südamerika verschleppt und vielleicht bestand sogar am Ende des 18. Jahrhunderts (1795) ein endemischer Herd in San Domingo[269], der aber dann jedenfalls später wieder verschwand.

Das Auftreten der Loa in Westafrika ist ebenso wie das der übrigen Filarien ein ausgesprochen herdweises. So ist der Wurm z. B. in Alt-Calabar, Französisch-Aequatorial-Afrika und in Süd-Kamerun **) stellenweise ganz ungemein häufig, so daß in manchen

*) Sollte es sich nicht vielleicht nur um am Tage beobachtete Microfilaria bancrofti gehandelt haben?

**) In Duala ist, wie mir Dr. Külz mitteilte, wenig Loa, aber viel Perstans.

Plätzen jeder Eingeborene und nahezu alle einige Zeit dort ansässigen Europäer damit behaftet sind*), während der Parasit an anderen Stellen, z. B. Togo, ganz fehlt, resp. nur in eingeschleppten Fällen beobachtet wird.

Morphologie. Loa sieht aus wie ein etwa ein- bis zweifingergliedlanges Stückchen dünner Darmsaite (Fig 30); im frischen Zustande ist der Wurm weiß. Charakteristisch für ihn ist das konisch gestaltete Vorderende (Taf. IV, Fig. 1) und die tautropfenähnlichen Cuticularverdickungen des Körpers (Fig. 31).



Fig. 30

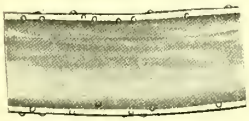


Fig. 31.

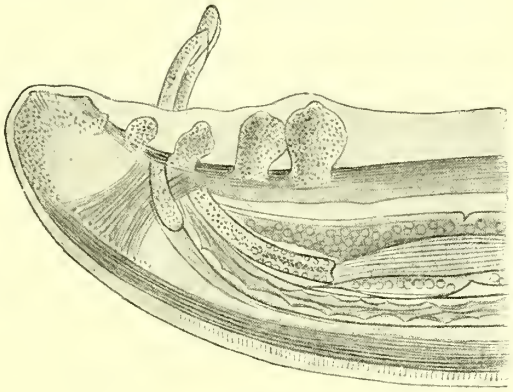


Fig. 32.

Fig. 30. Filaria loa in natürlicher Größe. Nach einem von Dr. Külz gefertigten Präparate gezeichnet.
Fig. 31. Cuticular-Verdickungen von Filaria loa.
Fig. 32. Hinterende von Filaria loa ♂ (nach Looss[136]).

Das Männchen ist bis 34 mm lang und erreicht seine größte Dicke von 0,43 mm dicht hinter dem Vorderende, so daß der vordere Wurmabschnitt einen abgestumpften Konus bildet; hinter dem ersten Drittel verjüngt sich der Wurm wieder allmählich. Der terminale Mund mit seinem starken Muskelkonus trägt keine die Oberfläche überragenden Papillen. Die Cuticula ist mit Ausnahme des vordersten, zuweilen auch des hintersten[137] Endes mit kleinen, mehr oder weniger zahlreichen, tautropfenähnlichen glasklaren Verdickungen besetzt, welche für Loa charakteristisch sind. Etwa 80 μ von dem breitgerundeten Ende des mehr oder weniger eingerollten Schwanzes (Taf. IV, Fig. 2) entfernt befindet sich die Anogenitalöffnung mit den beiden ungleichgroßen (0,113 und 0,176 m) in ganzer Ausdehnung ungefähr gleich dicken Spicula (Fig. 32). An den seitlichen Schwanzpartien befinden sich in „flügelförmigen Cuticularanhängen" (vgl. S. 186) die relativ großen, nach Looss[136] nicht ganz symmetrisch gelegenen, von vorn nach hinten an Größe abnehmenden und am Ende kolbig verdickten Schwanzpapillen; nur die hinterste Papille ist ganz klein und spitz. Von den 5 Paar Papillen sind 3 präanal, 2 postanal; außerdem ist zuweilen jederseits nahe der Mittellinie und ganz hinten noch ein kleiner Höcker vorhanden.

Das Weibchen wird etwas über 60 mm lang und bis ca. 0,5 mm dick. Am dicksten ist der Wurm oft dicht (ca. 0,7 mm) hinter dem Vorderende, um dann an Breite wieder etwas abzunehmen, sodaß das Vorderende — ähnlich der „Olive" mancher Sonden — eine ganz leichte ballonartige Anschwellung zeigen

*) So waren nach Nattan-Larrier & Parvu unter 140 Europäern vom französischen Kongogebiete 110 Loaträger.

kann (Taf. IV, Fig. 1); die Wurmdicke bleibt sonst bis nahe dem Schwanzende ungefähr die gleiche. Der Mund ist wie der des Männchens gestaltet. Die charakteristischen tautropfenähnlichen Cuticularverdickungen befinden sich unregelmäßig verstreut mit Ausnahme des vordersten Abschnittes auf dem ganzen

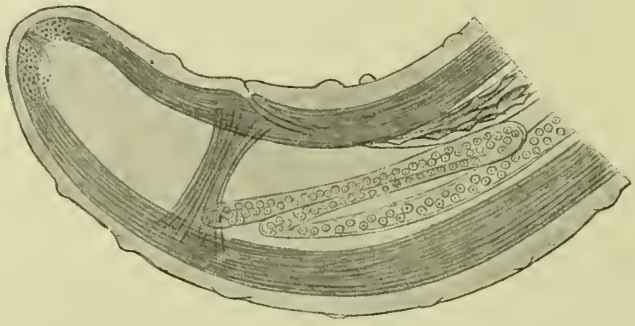


Fig. 33. Hinterende von Filaria loa ♀ (nach Looss[136]).

Körper, auch sehr reichlich am Schwanz (Fig. 33). Der Anus liegt 0,17 mm vor dem breit abgerundeten Schwanzende. Die Vulva öffnet sich auf einer kleinen Erhebung in ca. 2,5 mm Entfernung vom Vorderende; von ihr aus führt die einfache Vagina in die mit Embryonen resp. Eiern gefüllten beiden Uterusschläuche, die als Ovarien nahe dem Hinterende des Wurmes enden*).

Die Microfilaria loa (diurna) ist innerhalb der Endabschnitte der weiblichen Geburtswege im Mittel anscheinend ungefähr 250 bis 260 μ lang und nach Penel 5,5—6,0 μ dick; die im Blute zirkulierenden Larven sind etwas größer**). Die Angaben der einzelnen Autoren über die Maße der letzteren variieren aber nicht unerheblich: Manson[167] gibt 298 μ bei 7,5 μ Dicke an; nach der Zusammenstellung von Penel wären sie 260—300 μ lang bei 6—8 μ Dicke; Low[150] gibt nach frischen Messungen 210—280, im Mittel 240 μ an, bei 7—7,5 μ Dicke; Foley, ebenfalls nach frischen Messungen, 260—275 μ bei 5,75—6,5 μ Dicke. Jedenfalls sind die Loa-Larven etwas kleiner als die von Bancrofti, aber ebenso wie bei letzteren kann die Größe der einzelnen Individuen in ein und demselben Präparate ganz erheblich schwanken.

Ueber die Morphologie und Biologie der Microfilaria loa siehe den allgemeinen Teil.

Der Aufenthalt der erwachsenen Würmer und ihre Wanderungen.

Ueber den Aufenthalt der Loa-Geschlechtstiere und ihre Wanderungen im Körper des Wirtes sind, abgesehen von dem bereits früher Erwähnten, noch einige Bemerkungen notwendig. Der Wurm ist an den verschiedensten Stellen im Bindegewebe***) des Körpers angetroffen worden, scheint aber nach einem Befunde von Penel eine

*) Genauere Angaben siehe bei Looss[136], Penel, Ward und Huffman & Wherry.

**) Vgl. Fülleborn 89 S. 51.

***) Külz, fand ihn einmal auch in einem Lymphgefäß des Samenstranges resp. Nebenhodens; daß es sich tatsächlich um Loa handelte, steht fest[117, 81].

Vorliebe für das Unterhautzellgewebe (resp. die darunter liegenden Aponeurosen), speziell für das der Dorsalseiten der Extremitäten, zu haben (cf. S. 310, Anm.). Wie massenhaft Loa im Unterhautzellgewebe vorhanden sein kann, geht aus einer Angabe von Külz[117] hervor, daß er nicht weniger als 7 Loa-Würmer im Operationgebiete einer Herniotomie zwischen der Haut und dem eigentlichen Bruchsack sammeln konnte, und einen ähnlichen Fall berichtet auch Connal.

Wie bereits oben bemerkt, macht sich die Loa durch ihre Wanderungen unter dem Integument unangenehm bemerkbar (cf. S. 283). Nach Manson[167] von einem Patienten gemachten Angaben wanderte der Wurm mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von ungefähr 1 Zoll (ca. 2,5 cm) in zwei Minuten; das scheint allerdings eine „Rekord-Leistung" zu sein, denn Meinhof sah ihn in 5, Külz[116] in ca. 10 Minuten hinter der Conjunctiva am Bulbus vorbeipassieren*).

Das Erscheinen der Loa gerade unter der Conjunctiva — der Wurm ist übrigens auch in der vorderen Augenkammer angetroffen worden — ist anscheinend ein rein zufälliges. Jedenfalls darf man nicht hoffen, mit der Extraktion eines oder einiger Exemplare aus dem Auge, den Patienten nun auch von seinen sämtlichen Loa befreit zu haben, da deren Gesamtzahl in der Regel ja eine recht erhebliche zu sein scheint: Vielleicht hat man aber gerade den Wurm entfernt, der sich die Augennachbarschaft zu seinem Sitze ausgewählt hatte und dann würden nach gelungener Extraktion wenigstens die lästigen Conjunctivalwanderungen verschwinden; Genaueres darüber wissen wir aber noch nicht. Wie bereits Seite 271 erwähnt, soll Wärme das Erscheinen des Wurmes unter der Conjunctiva begünstigen, während seine Wanderlust im kälteren Klima abnimmt[229]. Näheres über die Loawanderung und ihre Klinik siehe in den Lehrbüchern der Tropenkrankheiten und ferner in den unter 269 und 92 zitierten Arbeiten**).

Gestützt auf die Erfahrung, daß die im Auge wandernden Würmer meist noch unreif sind, hat man angenommen[20, 240, 167], daß es speziell die jungen Würmer wären, die ihren Sitz in der Unterhaut hätten und sich durch Wanderungen bemerkbar machten, während sie nach erlangter Reife sich in die Tiefe des Körpers zurückzögen; als Analogon hierfür wird von R. Blanchard[20] Filaria equina der Pferde und Filaria labiato-papillosa der Rinder angeführt, welche in unreifem Zustande in der vorderen Augenkammer gefunden werden, während die geschlechtsreifen Würmer in der Bauchhöhle resp. im Peritoneum und der Pleura sich aufhalten.

Diese Auffassung, welche zur Erklärung des Fehlens von Microfilaria diurna bei Anwesenheit wandernder Würmer beitragen (cf. S. 276), und auch das allmähliche Seltenerwerden der Calabarschwellungen bei mit Loa infizierten Europäern plausibel machen würde (cf. S. 301), hat in der Tat viel Bestechendes. Es können jedoch anderseits auch viele Jahre nach dem Verlassen der infizierten Gegend vollentwickelte Loa-Würmer im Auge wandernd angetroffen werden[269, 167, 264], so daß sich zum mindesten nicht alle Würmer in ihren späteren Lebensabschnitten in die Tiefe zurückziehen. Ferner wurden von Penel bei der sehr sorgsam ausgeführten Sektion eines

*) Der Wurm kann aber auch tagelang hinter der Conjunctiva verharren.

**) Die von Waldow gegebene Schilderung der unter der Haut wandernden Loa, die anscheinend auch in dem Lehrbuche von Ruge & zur Verth Verwendung gefunden hat, erinnert so stark an die als „Hautmaulwurf" (creeping eruption) bekannte, auch in Westafrika vorkommende und auf eine wandernde Fliegenlarve zurückgeführte Affektion, daß augenscheinlich eine Verwechselung damit vorliegt. Jedenfalls hinterläßt der wandernde Loa-Wurm nach allen sonstigen Schilderungen nicht eine 10 cm lange, 1—2 mm breite gerötete Bahn auf der Haut, während dies für den Hautmaulwurf so charakteristisch ist.

Negers nirgends als nur im Unterhautbindegewebe Loa-Exemplare gefunden, dort aber nicht weniger als 12 Männchen und 22 Weibchen, die nach den Messungen, die Penel dafür angibt (Männchen im Mittel 30, Weibchen im Mittel 55 mm), mindestens in der Mehrzahl geschlechtsreif waren*).

Die Tatsache, daß vorzugsweise gerade die jugendlichen Würmer sich durch Wanderungen bemerkbar machen, wäre vielleicht dadurch erklärbar, daß sie gleich anderen Würmern (z. B. Ankylostomum) infolge eines regeren Geschlechtstriebes weniger seßhaft wären als die älteren Tiere, da die Wanderungen anscheinend mit dem Aufsuchen des anderen Geschlechtes zusammenhängen [169].

Ueber die Uebertragung von Loa siehe S. 268; eine der übertragenden Chrysops-Arten ist beifolgend (Fig. 34) abgebildet.





nat. Gr.

Fig. 34. Crysops dimidiatus Wulp. (Nach Grünberg, Die blutsaugenden Dipteren, Jena 1907.)

Ueber die mit Loa in Zusammenhang stehenden oder damit in Zusammenhang gebrachten klinischen Erscheinungen ist bereits berichtet (wandernde Würmer S. 283 u. 309, Calabarschwellungen S. 290, Abszesse S. 284, Filarienfieber mit Lungensymptomen S. 281).

III. Filaria perstans Manson 1891.

Der Name „perstans" rührt davon her, daß zuerst die im Gegensatz zu Nocturna und Diurna keine Periodizität zeigende Microfilaria perstans bekannt und benannt wurde, und dann die Bezeichnung der letzteren auf den von Daniels 1898 aufgefundenen erwachsenen Wurm übertragen worden ist. Bisher wurde der Parasit als Filaria perstans bezeichnet und so ist er in dieser Arbeit auch genannt; jüngst haben ihn aber Railliett & Henry [216] in die Gattung Acanthocheilonema (auf die schon Leiper [129c] hingewiesen hatte), eingereiht.

Verbreitung. Filaria perstans ist im tropischen Afrika weit verbreitet und kommt außerdem in Britisch-Guayana vor**). In Afrika

*) Leider gibt Penel das Alter des Negers und genauere Daten aus dessen Vorgeschichte nicht an. — Alle gefundenen Loa-Würmer befanden sich übrigens im Unterhautbindegewebe resp. den oberflächlichen Muskel- und Sehnen-Aponeurosen der vier Extremitäten, besonders an deren Rückseiten.

**) Auffälligerweise berichtet Lynch auch von den Fidschi-Inseln von einem Falle von „Perstans", der, wie bemerkt sei, nicht etwa nur wegen des mangelnden Turnus der Mikrofilarie, sondern offenbar aus morphologischen

ist besonders die innerhalb des Tropengürtels belegene Westküste stark mit Perstans infiziert, jedoch ebenso auch deren Hinterland, vor allem das Kongobecken; ferner ist Perstans im zentralafrikanischen Seengebiete stellenweise sehr stark verbreitet. Ein endemischer Fall ist jüngst auch aus Algier[247] beschrieben, während Südafrika frei zu sein scheint.

Was die deutschen Kolonien anbelangt, so ist in Kamerun stellenweise die ganze Bevölkerung infiziert, und auch in Togo ist Perstans (im „Waldlande" wenigstens) nach einer persönlichen Mitteilung von Dr. v. d. Hellen ungemein häufig. In Deutsch-Ostafrika ist die Küste frei, jedoch ist das Gebiet des Viktoria- und Tanganikasees stellenweise sehr stark infiziert. Von Deutsch-Südwestafrika verlautet bisher nichts über Perstans-Befunde.

Auch Filaria perstans tritt in Lokalherden auf, die nach Christys[41] von Feldmann[67] bestätigten Untersuchungen am Viktoriasee in enger Beziehung zur Bananenkultur, die ihr Vorkommen zu begünstigen scheint, stehen. Auch die sonstigen Beobachtungen weisen darauf hin, daß Perstans in waldreichen Landschaften mit hoher Temperatur und Feuchtigkeit erheblich häufiger ist als in Steppenländern*); offenbar hängt dies mit den Lebensgewohnheiten des Ueberträgers zusammen**).

Morphologie. Die Würmer sind etwa ebenso lang, aber nur etwa halb so dick wie Bancrofti; charakteristisch ist für beide Geschlechter der „mitra-artige" Cuticularanhang des Schwanzes (s. die Tabelle auf S. 188/89 und Fig. 35).

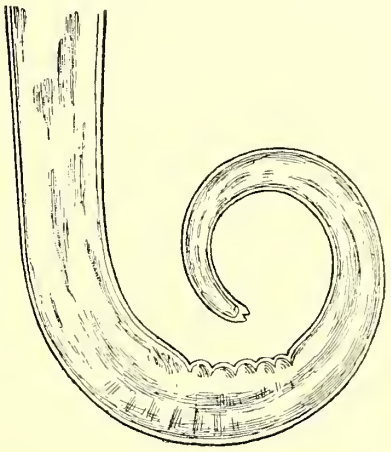


Fig. 35. Hinterende von Filaria perstans ♂ (vgl. dazu die Anm. ***). (Entnommen aus der Filarien-Monographie von Penel[199].)

Das Männchen ist bis 45 mm lang und 0,06—0,08 mm dick[51] und besitzt einen eingerollten Schwanz, der mit einem zweispitzigen, einer „Bischofsmütze" ähnlichen Cuticularanhang endet***). Die Anogenitalöffnung liegt 90 μ

Gründen als solcher diagnostiziert wurde; bei Bahr, der die Fidschi-Filarien so eingehend studierte, habe ich nichts darüber gefunden. Ueber Perstans-ähnliche Mikrofilarien beim Affen siehe S. 187 u. 229.

*) Daß Perstans in Steppenländern immer ganz fehlt scheint nicht für alle Gegenden zuzutreffen. Dr. Külz teilte mir auf meine diesbezügliche Anfrage mit: „Perstans kommt ganz sicher auch im Kameruner Grasland vor, wo ich sie selbst bis Joko verfolgt habe. Ein Unterschied scheint mir nur in der Häufigkeit der Parasitenträger zu bestehen, die im Grasland geringer ist. Genauere Zahlenangaben kann ich leider nicht machen."

) Da Glossina palpalis ebenfalls solche Gegenden bevorzugt, kommt offenbar die zuweilen beobachtete Parallelität zwischen Perstans und Schlafkrankheit zustande (cf. S. 298, Anm. *).

***) Die beiden Spitzen der Mitra decken sich, wie aus den Abbildungen und den zugehörigen Bemerkungen von Low[145] und ebenso aus den nach Mikrophotogrammen undeformierter Exemplare angefertigten Umrißfiguren von Daniels[54] hervorgeht, in Seitenansicht (wie es z. B. bei den Beinen eines von

vom Hinterende entfernt und nach Low[145] sind 2 ungleiche Spicula, 4 präanale Paare und 1 postanales Paar sehr kleiner Papillen vorhanden. Das Vorderende ist ähnlich dem des Weibchens gestaltet.

Das Weibchen ist 70—80 mm lang und 0,12 mm dick[51]. Die Haut ist ohne Streifung oder sonstige Besonderheiten. Das keulenförmige Vorderende des Wurmes ist durch einen dünneren „Hals", der länger als bei Bancrofti ist, von dem dahinter liegenden Körperabschnitt abgesetzt; das Vorderende kann jedoch durch Verkürzung und Verlängerung seine Gestalt offenbar ändern[199]. Die Mundöffnung ist ohne sichtbare Papillen; der Verdauungskanal zeigt keine Differenzierung zwischen Oesophagus und Darm. Die letzten 0,3—0,4 mm des Schwanzes sind zurückgebogen und enden ebenso wie beim Männchen mit den beiden charakteristischen mitraähnlichen Zipfeln. Der Anus liegt 0,145 mm vom Hinterende entfernt auf einer kleinen Erhebung. Die Vulva ist 0,6 mm vom Vorderende entfernt; die Vagina ist einfach, der mit Brut vollgestopfte Uterus doppelt*).

Die Mikrofilarien sind nach Manson[167] im Mittel 200 μ lang und 4,5 μ dick, können sich aber erheblich verlängern und zusammenziehen. Die in der Literatur angegebenen Maxima und Minima sind nach Penel: Maximallänge ca. 300 μ**) (Feldmann), Minimallänge 90 μ (Firket), Maximaldicke 7 μ (Firket), Minimaldicke 4,2 μ (Low). Ueber die große und kleine „Perstans-Varietät" siehe auch S. 229.

Ueber die Morphologie und Biologie der Mikrofilaria perstans siehe den allgemeinen Teil.

Sitz der erwachsenen Würmer. Die Elternwürmer wurden im intraperitonealen Binde- und Fettgewebe in der Umgebung der Aorta descendens, des Pankreas und der Nebennieren, ferner an der Basis des Mesenteriums und im pericardialen Fettgewebe angetroffen[51, 145, 67]; im Unterhautbindegewebe ist wohl noch nicht nach ihnen gefahndet worden.

Ueberträger. Die Ansicht von Bastian***), daß Perstans nur eine zufällig in den Menschen geratene Tylenchusart — die sonst normalerweise teils frei in feuchter Erde, teils parasitisch in Wurzeln von Bananen sich aufhalten — sei, ist völlig unbegründet und von Low[147] widerlegt; auch Looss[137, 138] weist die Theorie scharf zurück.

Hodges sah bei Mücken 3 Tage nach dem Saugen von Perstans-Blut die Mikrofilarien in der Brustmuskulatur, und zwar bei einer Panoplites-Art und bei Stegomyia fasciata. Low[145] beobachtete die Entwickelung bis zum „Wurststadium" in einem Falle in der Brustmuskulatur von Taeniorhynchus fuscopennatus. Fülleborn[81, 89] fand bei der Hälfte der zahlreichen von ihm in Deutschland infizierten Anopheles maculipennis Perstans in der Brustmuskulatur, jedoch gelang auch ihm eine Weiterentwickelung über das wurstförmige Stadium hinaus nicht (Fig. 36 und 37). Außerdem wurden mit ganz negativem Erfolg eine Reihe anderer Mückenarten, ferner Sandflöhe,

der Seite betrachteten Mannes der Fall ist, nicht wie bei einem gewöhnlichen Fischschwanz, der in Seitenansicht gegabelt erscheint). In der Fig. 35 muß daher das äußerste Schwanzende um 90° herumgedreht sein.

*) Ich folge hier hauptsächlich der Zusammenstellung bei Penel; im übrigen siehe die unter 51, 145, 67 zitierten Arbeiten, deren Angaben im einzelnen voneinander etwas abweichen.

**) Bei Penel steht an der betreffenden Stelle 230 μ, in dem Original von Feldmann[67] finde ich aber nur die Angabe „ungefähr 0,3 mm".

***) In der unter 92 zitierten Arbeit ist an der entsprechenden Stelle infolge eines Abschreibefehlers Manson statt Bastian gedruckt.

Läuse und Simulien untersucht[145, 81, 89]. Die von Christy[41, 42], Feldmann[68] und Wellman[270] angenommene Entwickelung in der Zecke Ornithodorus moubata erscheint nach den bisherigen Befunden mehr als unwahrscheinlich und Feldmann[69] hat seine diesbezüglichen Angaben auch widerrufen.

Als Krankheitserreger kommt Perstans für Calabarschwellungen (cf. S. 293), Abszesse (cf. S. 284) und angeblich auch für „Filarienfieber" mit Lungenerscheinungen (cf. S. 281) in Betracht.

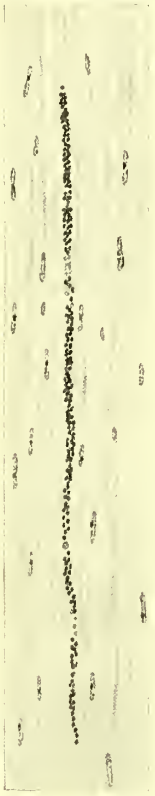


Fig. 36.

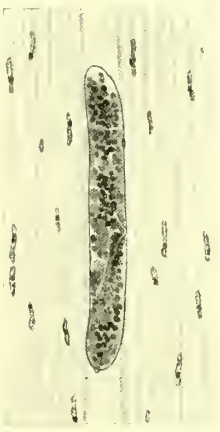


Fig. 37.

Fig. 36. Microfilaria perstans in Anopheles maculipennis nach 24 Stunden. Vergr. 500:1.

Fig. 37. Die Perstans-Larve in Anopheles maculipennis nach 4 Tagen. Vergr. 500:1.

IV. Filaria demarquayi Manson 1897.

Die Filarie ist auf Anregung Blanchards von Manson nach dem französischen Chirurgen F. Demarquay benannt, dem ersten Entdecker von Microfilaria bancrofti und damit von Microfilaria beim Menschen überhaupt (cf. S. 193).

Manson[164] fand die Microfilaria demarquayi 1895 zuerst im Blute von Westindiern. 1897 erhielt er dann von Ozzard Blutausstriche von Eingeborenen aus Britisch-Guyana, in denen sich eine der Microfil. demarquayi gleichende spitzschwänzige neben einer stumpfschwänzigen Form fand und er faßte beide provisorisch als (Micro)filaria ozzardi zusammen. Die stumpfschwänzige Varietät der Microfilaria ozzardi stellte sich, wie durch Nachweis der Muttertiere (Daniels[51]) konstatiert wurde, als Microfilaria perstans heraus; als Elterntier der spitzschwänzigen Form wurde ein von Daniels 1899 entdeckter Wurm (1 ♀ und ein Bruchstück eines ♂) festgestellt und als Filaria ozzardi von ihm beschrieben[52, 54]. Diese Art läßt sich aber kaum aufrecht erhalten, sondern ist offenbar mit Demarquayi identisch, da ihre Mikrofilarie der von Demarquayi gleicht[167] und die von Daniels als Ozzardi-Geschlechtstiere angesprochenen Würmer sich bei sehr ähnlichen Maßen von Demarquayi fast

nur durch eine etwas andere Kopfform und die Cuticularbedeckung des Schwanzes unterscheiden; wie aber PENEL ausführt, kann die verschiedene Kopfform sehr wohl durch verschiedene Kontraktionszustände, und die abweichende Schwanzbildung durch individuelle Varianten, wie er sie auch sonst bei Filarien derselben Art beobachtete, erklärt werden. Auch MANSON[167] hält es jetzt für wahrscheinlich, daß Filaria ozzardi keine besondere Art ist. Geschlechtstiere, die unbestritten zu Demarquayi gehören, wurden ebenfalls im Jahre 1899 von GALGAY aufgefunden und von OZZARD und DANIELS[54] beschrieben.

Verbreitung. Filaria demarquayi ist nur stellenweise auf einigen westindischen Inseln und in Britisch-Guayana (hier früher als „Filaria ozzardi" bezeichnet) gefunden. Außerdem hat MANSON[167] eine der Microfilaria demarquayi sehr ähnliche Mikrofilarie im Blute von Neuguinea-Eingeborenen angetroffen, läßt es aber dahingestellt, ob es sich um Demarquayi oder eine besondere Form handelt, weil dies ohne Kenntnis der dazugehörigen Geschlechtstiere unentscheidbar sei; nach einer Notiz bei PENEL soll auch SELIGMANN eine solche Mikrofilarie in Delena (Mekeo) gesehen haben *).

Ueber Befunde von demarquayiähnlichen Mikrofilarien beim Affen siehe S. 187 u. 229.

Morphologie. Vom Männchen („Filaria ozzardi") ist nur ein Bruchstück bekannt. Das Weibchen ist etwa ebenso lang wie das von Perstans, aber etwa doppelt so dick und hat nicht eine zweispitzige, sondern eine ungeteilte kleine Cuticularverdickung am Schwanzende, die aber fehlen kann („Filaria ozzardi"). Vgl. die Tabelle auf S. 188/89.

Männchen: Das 38 mm lange Bruchstück vom Schwanzende des Männchens (Ozzardi) ist 0,2 mm dick. Der stark eingerollte Schwanz verjüngt sich bis 0,27 mm von seinem Ende allmählich, dann sehr stark; es sind zwei Spicula vorhanden.

Das Weibchen ist 65—80 mm lang und besitzt eine größte Dicke von 0,21—0,25 mm. Das Vorderende zeigt bei der zweifellosen Demarquayi keine „Halseinschnürung", jedoch ist eine solche bei Ozzardi angedeutet und das Vorderende ist bei letzterer auch spitzer (siehe jedoch die obigen Bemerkungen). Der Mund ist klein, endständig und ohne sichtbare Papillen; der Verdauungskanal zeigt keine deutliche Differenzierung zwischen Oesophagus und Darm. Der Anus liegt auf einer kleinen Erhebung 0,25 mm vom Hinterende entfernt und hinter ihm nimmt die Dicke des Wurmes schnell ab; bei Ozzardi ist der Schwanzabschnitt etwas dicker und plumper als bei der unbestrittenen Demarquayi (Durchschnitt des Schwanzes unmittelbar vor dem Ende bei Ozzardi 0,045, bei Demarquayi 0,030)**). Das abgerundete Ende des gekrümmten Schwanzes besitzt eine kleine — nicht mitra-artig gespaltene — Cuticularverdickung, die bei Ozzardi fehlt. Die Vulva liegt 0,76 mm, bei Ozzardi 0,71 mm vom Vorderende entfernt und führt in eine einfache Vagina, diese in einen doppelten Uterus ***).

Die Microfilaria demarquayi ist nach Low[144] im Mittel 205—208 μ lang, bei 5 μ Dicke. (Die spitzschwänzige Form von Ozzardi gleicht, wie erwähnt, der von Demarquayi, die stumpfschwänzige ist mit Microfilaria perstans identisch.)

Ueber die Morphologie und Biologie der Microfilaria demarquayi siehe den allgemeinen Teil und bei Low[144].

*) Ich konnte die Arbeit von SELIGMANN nicht auffinden und die Lage der Orte Delena und Mekeo nicht feststellen.

**) Durch die Konservierung bedingte Gestaltsveränderungen oder Kompression des Wurmes durch das Deckglas, genügen oft, um ähnliche Differenzen herbeizuführen, ganz abgesehen von den oben erwähnten Wirkungen der verschiedenen Kontraktionszustände.

***) Ich folge der Beschreibung bei PENEL; im übrigen siehe die am Anfang dieses Abschnittes zitierten Originalarbeiten.

Sitz der erwachsenen Würmer. Die erwachsenen Würmer wurden im Mesenterium resp. unter dem Peritoneum der Bauchwand gefunden.

Ueberträger. Bei Filaria demarquayi fanden Low und Vincent die Entwickelung bis zum „Wurststadium" öfter bei Stegomyia fasciata, während Anopheles albipes, Culex taeniatus und Culex fatigans und andere (bei „Mf. ozzardi" daraufhin untersuchte) Mücken, Flöhe und Zecken keine Resultate gaben[144]. Fülleborn[81] hatte bei seinen in Deutschland angestellten Uebertragungsversuchen positive Erfolge bei Anopheles maculipennis und Stegomyia fasciata, doch gelangte die Entwickelung auch nicht über das wurstförmige Stadium hinaus; bei Ornithodorus moubata blieben seine Uebertragungsversuche mit Demarquayi ebenso negativ, wie sie es bei Perstans waren.

Auf Demarquayi zu beziehende Krankheitsursachen wurden bisher nicht beobachtet.

V. Zweifelhafte Filarienarten und solche, die nur gelegentlich beim Menschen gefunden wurden.

Filaria ozzardi Manson 1897.

Die Art ist höchstwahrscheinlich mit Filaria demarquayi identisch; die Beschreibung siehe bei dieser.

Filaria taniguchi Penel 1905

ist eine als selbständige Species nicht feststehende, vermutlich zu Bancrofti zu rechnende Art. Siehe hierzu die Originalarbeit von Taniguchi, den Anhang zu der Arbeit von Penel, die Bemerkung von Looss[137 S. 156] und die Erörterungen auf S. 228 der vorliegenden Arbeit.

Microfilaria philippinensis Ashburn & Craig 1906

ist höchstwahrscheinlich mit Bancrofti, vielleicht mit ihrer eine „turnuslose" Mikrofilarie erzeugenden Südsee-Varietät identisch. Vgl. die unter 5, 6, 149, 89 zitierten Publikationen und S. 288 der vorliegenden Arbeit.

Microfilaria powelli Penel 1905

ist als besondere Art nicht ganz gesichert. Siehe hierüber die unter 5, 6, 149, 89 zitierten Arbeiten und S. 229 der vorliegenden.

Microfilaria gigas Prout 1902

ist höchstwahrscheinlich nur eine zufällige Verunreinigung des Präparates gewesen. Siehe die diesbezüglichen Notizen bei Castellani & Chalmers[38 S. 407].

Ueber Dirofilaria magalhãesi Blanchard 1905, Filaria conjunctivae Addario 1885, Dirofilaria immitis Leydi 1856*), Filaria labialis Pane 1864, Hamularia equi Gmelin

*) Die Frage, ob die Dirofilaria immitis des Hundes für den Menschen als gelegentlicher Parasit überhaupt in Betracht kommt, wird auch von Railliet & Henry[215] erörtert. Ein Beweis, daß letzteres der Fall ist, liegt übrigens nicht vor.

1789, Agamofilaria georgiana Stiles 1906, Agamofilaria oculi v. Nordmann 1832, Agamofilaria palpebralis Pace 1867 nec Wilson 1844 und eine Reihe anderer Formen, die bei Menschen gelegentlich gefunden wurden resp. gefunden sein sollen, siehe bei Castellani & Chalmers, dem ich auch die obige Zusammenstellung entnehme und bei Braun.

Zwei Formen, Onchocerca volvulus und Dracunculus medinensis müssen jedoch auch hier noch eingehender besprochen werden.

VI. Onchocerca volvulus Leuckart 1893*).

Ein in fibromartigen Hauttumoren zusammengeknäuelter Wurm wurde von einem deutschen Missionsarzte an der Goldküste bei Eingeborenen aufgefunden und von Leuckart[298] Filaria volvulus genannt; allerdings gestattet es eigentlich nur der charakteristische Sitz der Parasiten in Hautknoten, die späteren Befunde überhaupt auf Filaria volvulus zu beziehen, denn diese erste Beschreibung ist (soweit wir davon durch Manson[298] Kenntnis haben) sehr ungenau. Eingehendere Untersuchungen verdanken wir Prout; außerdem wurden die Würmer und die durch sie hervorgerufenen Veränderungen später von einer Reihe anderer Autoren (siehe S. 318, Anm. *) beschrieben, so daß der Parasit jetzt recht gut bekannt ist. 1910 wurde Volvulus von Railliet & Henry[306] in die Gattung Onchocerca (früher Spiroptera) eingereiht (cf. auch Lit.-Nr. 291 S. 12).

Verbreitung. Der Wurm ist auf das tropische Westafrika zwischen Sierra Leone bis zu den nördlichen Zuflüssen des Kongo**) beschränkt; er kommt in dieser Zone bei stellenweise sehr starker Verbreitung aber nicht nur an der Küste vor, sondern man findet ihn im nördlichen Kongobecken fast bis zum zentralafrikanischen Seengebiet hin und nach einer Notiz bei Parson soll er auch bereits in Uganda beobachtet sein. In Togo kommt Volvulus ebenfalls vor und in Kamerun ist er recht häufig; ja Külz[293, 294] fand ihn in manchen Gegenden des Kameruner Hinterlandes stellenweise bei ca. 10 Proz. der Erwachsenen.

Morphologie. Der im frischen Zustande milchweiße Wurm[287] ist schon durch seinen Sitz im fibromartigen Hautknoten (Taf. VI, Fig. 3) mit keiner anderen Filarie des Menschen zu verwechseln; höchstens könnte dies bei einem nicht zum Durchbruch gelangten Medina-Wurm der Fall sein, doch ist letzterer erheblich dicker als Volvulus. Sehr charakteristisch für das Volvulus-Weibchen sind dessen tonnenreifenartig vorspringende Cuticularverdickungen (Taf. VI, Fig. 5), die auch dann eine schnelle Diagnose ermöglichen, wenn man Bruchstücke davon im Abszeß-Eiter findet.

Männchen: Das Männchen ist zirka 3 cm oder etwas darüber lang (nach Védy zit. n.[305] 4,5 cm) und fast 0,2 mm dick; nach beiden Seiten zu verjüngt es sich allmählich sehr stark, so daß es dicht hinter dem Vorderende nur etwa $^1/_4$—$^1/_5$ dieser Dicke (0,04—0,048 mm) besitzt, und 0,05 mm hinter dem Schwanzende noch weniger (0,035 mm) mißt; am Vorderende tritt die Verjüngung etwa im letzten Fünftel des Körpers ein, am Schwanzende beginnt sie schon weiter oberhalb. — Die Cuticula zeigt eine nach beiden Enden hin schwächer werdende, sonst scharf ausgeprägte Ringelung; die Querringe liegen in der Wurmmitte, etwa 7—10 μ voneinander entfernt. — Das Vorderende mit dem kleinen endständigen Mund läßt keine Papillen erkennen. Der Oesophagus ist

*) Da dieser Parasit in den bisherigen Zusammenstellungen der Hand- und Lehrbücher meist ziemlich stiefmütterlich behandelt worden ist, ist er hier etwas eingehender beschrieben.

**) An diesem selbst und südlich von ihm ist Volvulus bisher noch nicht festgestellt.

eine mit einer Cuticularbekleidung ausgestattete, 0,8 mm lange, feste Röhre („stout tube"), der Rest des Ernährungskanals ist ein dünnwandiger, mit opaken Massen gefüllter Schlauch [302]. — Das Schwanzende ist auch in vivo [287] spiralig aufgerollt und an der Ventralseite abgeplattet, vielleicht auch etwas rinnenartig vertieft [291]. Die Anogenitalöffnung liegt 70 μ vom Schwanzende entfernt und besitzt zwei ungleiche Spicula; das größere ist distalwärts zugespitzt und mißt ca. 166—205 μ (nach PARSON 230 μ); das kleine, mit einer keulenförmigen Verdickung endende Spiculum mißt ca. 80 μ (nach RAILLIET & HENRY 70 bis 80 μ). Die Anzahl der Schwanzpapillen wird von den verschiedenen Autoren verschieden angegeben, doch mögen sie bei Volvulus wohl ebenso wie bei anderen Filarienarten cf. [86] variieren, abgesehen davon, daß die Objekte sehr klein und nur an gutem Material deutlich erkennbar sind. In Maximum werden jederseits 4 paranale Papillen (BRUMPT und FÜLLEBORN sahen nur 3), 2 davon prä-, 2 postanale angegeben. Außerdem befinden sich ganz nahe der Schwanzspitze noch jederseits 2 Papillen — nach BRUMPT [389] deren 3, während PROUT glaubte jederseits 4 Papillen am äußersten Schwanzende gesehen zu haben — von denen die vordere (subterminale) mehr medianwärts, die hintere (terminale) mehr lateralwärts steht. Endlich steht in der Mitte zwischen der Gruppe der paranalen Papillen und denen der Schwanzspitze nach PARSON und RAILLIET & HENRY auf der linken Seite nahe der Mittellinie noch eine große Papille, die rechts keinen entsprechenden Partner hat (PROUT, BRUMPT und FÜLLEBORN sahen diese unpaare Papille überhaupt nicht), jedoch vermuten RAILLIET & HENRY letzteren in einer fünften auf der rechten Seite dicht hinter den paranalen stehenden, kleinen Papille, die sie bei einem Exemplare fanden.

Weibchen: Ein erwachsenes Weibchen in toto aus dem Wurmkonvolut des Tumors herauszupräparieren, ist bisher noch nicht gelungen*), und die nach zusammengelegten Stücken kombinierten Maßangaben sind mehr oder weniger willkürlich; die von LEUCKART [298], der auf diese Weise für das Weibchen eine Länge von 60—70 cm schätzte**), ist anscheinend erheblich zu groß. Am wahrscheinlichsten ist die Angabe von PROUT, daß das Volvulus-Weibchen ca. 40 cm lang sei, zumal sie sich mit der von RODENWALDT [308] ziemlich deckt, der ein 21 cm langes Bruchstück fand und zu einer wahrscheinlichen Gesamtlänge von 45 cm kam; ein unreifes von ihm in toto gewonnenes Weibchen maß 27,5 cm. Nach KÜLZ & BACH [295] ***), welche bei einem kopf- und schwanzlosen Bruchstück eine Länge von 28,2 cm fanden, wäre das Minimum der Gesamtlänge für dieses Exemplar 33—34 cm. — Die größte Dicke des Weibchens beträgt etwa 0,33 mm †); das Vorderende verschmälert sich peitschenartig und mißt 7 mm von der Mundöffnung entfernt nur noch ca. die Hälfte, dicht (0,05 mm) hinter der Mundöffnung nur 0,065 mm. Das fast gestreckte, und nur an der äußersten Schwanzspitze etwas dorsalwärts abgekrümmte Hinterende dagegen läuft in einen relativ kurzen „Konus" aus; bei dem von RODENWALDT [308] gemessenen, sonst 0,28 mm dicken unreifen Weibchen setzte der Endkonus bereits 0,5 mm vom Hinterende entfernt an und hatte 0,19 mm davon (Stelle der Analöffnung) eine Dicke von 0,16 mm; KÜLZ & BACH erhielten ähnliche Zahlen. — Die Cuticula des Weibchens besitzt in der Körpermitte tonnenreifenartige, sehr deutliche Verdickungen, die dort ca. 65 μ voneinander stehen (Taf. VI, Fig. 5); daß sich zwischen je zwei dieser „Tonnenreifen" ein nicht verdickter Querring befände, wie RAILLIET & HENRY [305] angeben, konnten KÜLZ & BACH nicht bestätigen. Nach dem Vorderrande zu rücken die Reifen mehr und mehr zusammen und sind auch weniger markant, so daß schließlich daraus nur eine „Ringelung" (ähnlich wie bei einem Regenwurm) wird; am Schwanz-

*) Anm. bei der letzten Revision: Nach einer brieflichen Mitteilung von Dr. SCHÄFER (Mai 1913) gelang es diesem jüngst aus einem Abszeß drei vollständige Volvulus-Exemplare zu entwirren, von denen das längste 35—40 cm maß.

**) Das höchstens 4,5 cm lange ♂ taxierte LEUCKART, nebenbei bemerkt, auf die halbe Länge des ♀, was 30—35 cm dafür ergeben würde, ein Beweis, wie wenig zuverlässig solche Schätzungen nach Bruchstücken sind.

***) Die morphologische Untersuchung dieses Materials, die gegenwärtig im Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten stattfindet, ist noch nicht ganz abgeschlossen, so daß ich die Arbeit von KÜLZ & BACH nur teilweise berücksichtigen kann.

†) RAILLIET & HENRY [305] geben 0,240 mm an; das ist aber offenbar nur ein Druckfehler, denn die Autoren sagen an der betreffenden Stelle ausdrücklich, daß sie bereits die Angabe von VÉDY, der 0,250 mm vermerkt, für zu klein hielten.

abschnitt reichen die gut ausgeprägten Reifen dagegen bis fast zum äußersten Ende[295]. — Nach Rodenwaldt[308] „zeigt die Schwanzspitze des Weibchens zwei niedere Duplikaturen der Cuticula, ähnlich der Mitra von Perstans, aber viel geringfügiger". Külz & Bach fanden jedoch nichts, was in Dorsoventral-Ansicht (cf. S. 311, Anm. ***) der mitra-artig gespaltenen Cuticularverdickung der Perstans-Schwanzspitze entspräche, sondern nur eine von der Cuticula in gleichmäßiger Dicke überzogene leichte Einsenkung des gerundeten Körperendes: jedoch ist diese Einsenkung nicht bei dorso-ventraler, sondern bei Seitenansicht vorhanden (siehe die Figuren von Külz & Bach), und entspricht offenbar der Stelle, an der sich die von Fülleborn[86] für das Dirofilaria immitis ♀ beschriebene „becherartige Cuticular-Lücke" („Sch. P." seiner Figur 10) befindet. — Das Vorderende mit der terminalen Mundöffnung läßt keine Papillen erkennen. Der After mündet ohne papillenartige Erhebung, ca. 0,12—0,13 mm vom Hinterende entfernt[295] (für das unreife Exemplar von Rodenwaldt wird 0,19 angegeben). Die Vulva liegt nach den Angaben der verschiedenen Autoren 0,55—0,76 mm vom Vorderende. Die Vagina geht als ein dünnwandiger Kanal gerade nach hinten[302]; die beiden Uterusschläuche besitzen nach Parson eine dünne Cuticularwand mit eigenartigen Spiralzeichnungen, die an die Spiralgefäße der Pflanzen erinnern, was von Külz & Bach bestätigt und abgebildet wird. Nach Prout enden die Genitalschläuche 0,435 mm von der Schwanzspitze entfernt*).

Die Eier besitzen eine eigenartig gestaltete Hülle, so daß sie aussehen wie eine in der üblichen Weise in Seidenpapier verpackte Orange mit den beiderseits zusammengedrehten Papierzipfeln[288] (Taf. VI, Fig. 6).

Die freien Mikrofilarien (Taf. VI, Fig. 7 u. 8) messen nach Prout 250 μ, bei 5—6 μ Dicke; nach Brumpt 300 μ bei 6 bis 7 μ Dicke; nach Fülleborn (feucht konserviertes Material des Tumors) 280 μ, bei 7—8 μ Dicke; nach Parson 240 μ. Die Larven besitzen keine Scheide und einen spitzen Schwanz; durch das Fehlen der Scheide unterscheiden sie sich von Microfilaria bancrofti und loa, durch ihre Größe von Demarquayi. Ihre feinere Anatomie entspricht, wie mir scheint, der der übrigen Mikrofilarien, doch sind sie bisher noch nicht genau studiert worden**).

Der Volvulustumor präsentiert sich klinisch in der Regel wie ein unter der Haut sitzendes Fibrom.

Mit der darüberliegenden Haut ist der Volvulustumor mehr oder weniger verbunden[302], aber niemals wirklich fest verwachsen***); gegen die Unterlage ist er gewöhnlich frei verschieblich, kann aber mit letzterer auch ganz fest verwachsen sein. Da der Knoten keine besondere „Kapsel" besitzt, sondern mit dem umliegenden Bindegewebe zusammenhängt, gelingt seine Herausschälung nach Külz[293] selten ganz glatt, wennschon sie andererseits auch keine besonderen Schwierigkeiten macht. Die Größe des Tumors schwankt zwischen Erbsengröße und der einer kleinen Orange[292] oder eines Apfels[301]; so große Knoten bestehen jedoch aus einem durch Bindegewebe fest verbundenen Paket von bis zu 6 Einzelknoten und da mehrere solcher Pakete bei alten Leuten übereinander liegen können[293], befinden sich zuweilen über ein Dutzend Einzelknoten dicht beieinander. Der gewöhnliche Einzelknoten ist etwa so groß wie eine große Haselnuß, jedoch können schon wenig über erbsengroße Tumoren vollständig ausgebildet sein, und mehrere Männchen und Weibchen enthalten[307]. Der Lieblingssitz, an dem etwa $^4/_5$ der Volvulustumoren angetroffen werden[301], ist nach

*) Die obige Beschreibung der Würmer ist eine Zusammenfassung der unter 304, 288, 289, 291, 302, 308, 307, 287, 305, 295 zitierten Arbeiten. Eine größere Anzahl Mikrophotogramme und eine detaillierte Zeichnung des männlichen Schwanzendes bringt die unter 291 zitierte Arbeit, Zeichnungen vom Vorder- und Hinterende des Weibchens die unter 295 angegebene.

**) Parson glaubt, daß ihre Cuticula viel dicker sei als sonst bei Mikrofilarien, und daß die Kerne kleiner und zahlreicher wären.

***) Persönliche Mitteilung von Külz.

allen Angaben die seitliche Thoraxwand, wo sie den Rippen aufsitzen, aber auch zwischen den Interkostalräumen hindurch bis zur Pleura vordringen können[301]; auch sonst ziehen sie Stellen über Knochenunterlagen vor (z. B. die Crista iliaca, den Trochanter major, Kniegegend, Olecranon, Schädel, die Wirbelfortsätze etc.) und finden sich auch in der Symphysen-Gegend, wo sie zur Verwechselung mit Leistendrüsen, ja mit Brüchen führen können[292, 301]. Sehr leicht werden andererseits die als „Tumor juxta-articularis" bekannten, in den Tropen anscheinend sehr weit verbreiteten fibromartigen Hauttumoren Volvulusknoten vortäuschen, jedoch ist nach Durchschneiden des Knotens die Diagnose nicht mehr zweifelhaft. Charakteristisch für das zu keinerlei Beschwerden — höchstens durch unbequemen Sitz — Veranlassung gebende klinische Verhalten der Volvulus-Tumoren ist die Mitteilung von ZUPITZA cf. [291], daß ein Soldat den Tumor für eine eingeheilte Flintenkugel hielt. Bisher glaubte man, daß Vereiterung der Knoten überhaupt nicht vorkäme, jedoch haben jüngst RODENWALDT (cf. S. 284) und KÜLZ & BACH[284] (siehe ferner den neuen Fall von S. 317, Anm. *) Fälle mit Volvulus-Befund in Abszessen beschrieben und dadurch wird es recht wahrscheinlich, daß auch die Entzündungserscheinungen, welche bei dem ersten überhaupt genauer beschriebenen Volvuluskuoten (dem allerdings nicht mit voller Sicherheit auf Volvulus zu beziehenden Falle von LABADIE-LAGRAVE & DEGUY) vorhanden waren, ebenso wie die von MASSEY erwähnten (cf. S. 284), den Anfang einer Abszedierung darstellten; LÖHLEIN[135] möchte Volvulus sogar für die Häufigkeit der tiefen Muskelabszesse in Kamerun verantwortlich machen, die KÜLZ (cf. S. 279, Anm. **) jedoch auf Loa zurückführt. Beiläufig sei erwähnt, daß in einem anderen Falle RODENWALDTS[307] die Knoten vielleicht den Anlaß zu einem Lipome gegeben hatten.

Die Volvulusknoten wachsen sehr langsam. In den oben erwähnten Falle von LABADIE-LAGRAVE & DEGUY war der Knoten nach ca. 4 Jahren erst in Bildung begriffen (cf. S. 270). Bei Kindern unter 10—12 Jahren können freilich schon große Knoten vorkommen[302], jedoch sind Volvulus-Tumoren in diesem Alter anscheinend überhaupt noch äußerst selten[294], nehmen aber mit den Jahren zu, und alte Leute können sehr zahlreiche aufweisen; die Eingeborenen geben an, daß einmal vorhandene Volvulus-Tumoren von der Jugend bis ins Greisenalter bestehen bleiben[288].

Schneidet man die Knoten auf, so findet man darin ein Wurmkonglomerat (Taf. IV, Fig. 3), das aus einer ganzen Anzahl von Männchen und Weibchen besteht; ein von RODENWALDT[307] untersuchter nur ca. erbsengroßer Knoten enthielt mindestens 4 Männchen und 2 Weibchen [die freilich unmöglich ausgewachsen gewesen sein können] *). Die Außenschicht des Tumors besteht aus fibrösem Bindegewebe, der Inhalt — außer den Würmern und den bindegewebigen Septen, die letztere umschließen — bei jungen Tumoren nach PARSON aus einer spärlichen, halb-durchsichtigen, milchigen Flüssigkeit, bei älteren aus einer schleimigen, meist gelblich-grauen Masse[302, 283].

Die histologische Untersuchung ergibt, daß die Tumoren aus einer bindegewebigen Außenschicht und einer strukturlosen (im frischen Zustande schleimigen), reichlich mit Leukocyten durchsetzten Masse bestehen, die vom Rande her allmählich unter Einwanderung von Gefäßen zu festem Bindegewebe organisiert wird **). Die Würmer, die ursprünglich in der schleimigen Inhaltsmasse

*) Daß ein Tumor eine ganze Anzahl Würmer beiderlei Geschlechts enthält, deutet darauf hin, daß sich die Geschlechter gegenseitig anlocken, und erst nachdem sie sich gefunden haben, seßhaft werden. Mit von den Würmern (resp. den im Tumor eingeschlossenen Wurmkonglomeraten) ausgehenden, andere Exemplare derselben Art anlockenden Reizen könnte es auch zusammenhängen, daß so oft die Einzelknoten gehäuft, an ein und derselben Stelle dicht beieinander sitzen (cf. S. 318); denn eine Vermehrung der Würmer im Körper des Menschen, woran man sonst denken könnte, dürfen wir auch bei Volvulus als ausgeschlossen betrachten (cf. S. 268 Anm.).

**) LAVERAN erwähnt, daß zwischen den Bindegewebsfasern zuweilen Plasma- und Mastzellen angetroffen werden, daß ferner auch Fettgewebe im Tumor vorkommt und daß die Kapillaren der Tumorwand mehr oder weniger

liegen, werden durch das vordringende Bindegewebe in Kanäle eingeschlossen, doch finden sich auch in älteren Tumoren Hohlräume, in denen wiederum eine Einschmelzung des Bindegewebes um die Würmer herum stattgefunden hat, so daß sich ein formativer und destruktiver Prozeß die Wege zu halten scheinen[291] (Taf. VI, Fig. 3 u. 4).

Nach Brumpt[288] liegen die die Geschlechtsöffnuug tragenden Vorderenden der Weibchen und die Hinterenden der Männchen in Hohlräumen beieinander, so daß die Kopulation möglich bleibt.

Nach Labadie-Lagrave & Deguy geht die Bildung der Tumoren aus entzündlich veränderten Lymphgefäßen hervor, jedoch ist, wie bereits oben erwähnt, ihr Fall nicht ganz einwandsfrei auf Volvulus zu beziehen.

Außer den erwachsenen Würmern findet man in den Inhaltsmassen älterer Tumoren sehr zahlreiche, freie Mikrofilarien und ebenso auch in der bindegewebigen Wand des Tumors (Taf. VI, Fig. 8), selbst in dessen peripheren Abschnitten[288, 291]. Es ist danach wahrscheinlich, daß die Mikrofilarien ebenso wie bei der anscheinend nahe verwandten Onchocerca reticulata (Tschulowsky[zit. n. 211]) in die Lymphgefäße geraten: von dort könnten sie wie die meisten anderen — aber freilich nicht alle (cf. S. 269) — Mikrofilarienarten in die Blutzirkulation eintreten, jedoch sind die bisherigen Angaben über ihr Vorkommen daselbst nicht ausreichend, um einwandsfrei zu beweisen, daß es auch tatsächlich der Fall ist.

Von Brumpt und Parson wurde vergeblich nach der Microfilaria volvulus in der Blutzirkulation gefahndet und Antoine fand trotz Zentrifugierens und Untersuchung von Tag- und Nachtblut nur eine einzige, noch nicht einmal näher bestimmbare Mikrofilarie im Blute, was in Gegenden, wo man mit anderen Filarien zu rechnen hat, natürlich gar nichts beweist. Ouzilleau, mit dessen sonstigen Befunden wir uns im folgenden noch eingehender zu befassen haben, gibt an, sie ein einziges Mal im Blute gefunden zu haben, obschon er sehr zahlreiche Untersuchungen, auch solche zur Nachtzeit anstellte; auffälligerweise waren sie dieses eine Mal aber in großen Mengen im Blute vorhanden und das bei einem Patienten, der nur einen Volvulustumor hatte. Külz[293] bemerkt zwar in einer früheren Notiz, daß sich Microfilaria volvulus auch im peripheren Blute fände, teilte mir jedoch persönlich mit, daß er in solchen Fällen das aus der Exzisionsstelle des Knotens gewonnene Blut zur Untersuchung benutzt habe, während er später bei einwandfreier Blutentnahme ebensowenig wie Ziemann trotz häufigen Suchens Volvulus-Mikrofilarien im Blute angetroffen habe.

Die Befunde von Cleland[43] bei Onchocerca gibsoni der Rinder scheinen mir für das Vorkommen dieser Mikrofilarie in deren Blute auch nicht beweiskräftig, denn er fand bei häufigen Untersuchungen nur ein einziges Mal eine Mikrofilarie, und zwar hatte er in diesem Falle auch Gewebssaft mit dem Blute zusammen aus einem tiefen Einstich ausgedrückt.

In der Lunge scheint allerdings bisher wohl niemand nach Onchocerca-Mikrofilarien gesucht zu haben: gelangen sie überhaupt in die Blutzirkulation, so wären sie nach Analogie zu den übrigen Mikrofilarien in der Lunge wahrscheinlich am leichtesten nachweisbar.

Sehr auffällig sind die Angaben von Ouzilleau, der berichtet, die Volvulus-Mikrofilarien bei Tumorträgern mit einer einzigen Ausnahme regelmäßig in den Leistendrüsen, ganz selten auch in anderen Lymphdrüsen, gefunden zu haben. Daß die Volvulus-Mikrofilarien sich nur im Lymphgefäßsystem aufhielten, würde im Hinblick auf Acanthocheilonema grassi (cf. S. 269) gewiß recht wohl denkbar sein. Sehwerer erklärlich wäre es schon, wie die Mikrofilarien — deren Eltern-Würmer ja fast stets am Thorax sitzen — gerade in die Leistendrüsen mehr als in andere Drüsen geraten sollten; aber möglich wäre es ja immerhin, zumal wenn es sich um aus irgendeinem Grunde bereits pathologisch veränderte Leistendrüsen handelt.

sklerosiert sind. Nach Befunden von Fülleborn & Schilling-Torgau[92a] enthält der Volvulus-Knoten, wie ja von vornherein zu erwarten, auch reichlich eosinophile Zellen.

Noch erheblich komplizierter wird eine Deutung der Befunde Ouzilleaus aber dadurch, daß er bei sämtlichen Elephantiasis-Patienten und auch bei Trägern vergrößerter Leistendrüsen (bes. „variköser") in dem endemischen Volvulus-Gebiet von Französisch-Aequatorialafrika die Microfilaria volvulus durch Punktion in den Leistendrüsen nachweisen konnte und das, trotzdem bei der Mehrzahl der Elephantiasis-Kranken überhaupt gar keine Volvulus-Tumoren nachweisbar waren!! Auf Grund dieser Befunde kommt der Autor dann zu dem Schlusse, daß die Anwesenheit lebender Volvulus-Mikrofilarien in den Leistendrüsen zur Lymphstase und dadurch zu einer besonderen Form von Elephantiasis führe. Freilich konnte Külz, wie er mir mitteilte, in dem stellenweise ja auch sehr stark mit Volvulus infizierten Kamerun keinerlei Parallelität zwischen der Häufigkeit von Elephantiasis und Volvulus konstatieren.

Jedenfalls sind die Befunde von Ouzilleau einstweilen recht schwer verständlich, es sei denn, daß wir mit Low[300a] annehmen wollen, daß dem Untersucher Verwechselungen mit Microfilaria bancrofti mit untergelaufen sind; im frischen oder im unzweckmäßig gefärbten Präparate, in dem sich die Bancrofti-Scheide nicht tingiert, wären solche Verwechselungen schon möglich (cf. S. 230 oben).

Ueber die mutmaßlichen Ueberträger von Volvulus s. S. 268.

VII. Dracunculus medinensis Welsch 1674.

Der Parasit, von dem schon seit den ältesten Zeiten berichtet wird, ist dem Mediziner meist als „Guineawurm", „Medinawurm"*) oder Filaria medinensis bekannt.

Verbreitung. Dracunculus medinensis ist aus vielen tropischen und subtropischen Gegenden der alten Welt beschrieben; die aus der Zeit der Sklavenimporte stammenden, endemischen Herde Amerikas sind zurzeit nur unbedeutend.

In Asien kommt Dracunculus medinensis in Arabien, Kleinasien, Persien, Turkestan und in einem Teil von Britisch-Indien vor; in Ceylon hat er sich nicht festgestezt und ebenso nicht östlich von Vorderindien**).

In Afrika ist der Guinea-Wurm an der Westküste vom Senegal bis in die Aequatorgegend und in dieser Zone auch durch den ganzen Kontinent hindurch bis Abessinien und zur Dschibuti-Küste stellenweise so überaus stark verbreitet, daß mancherorts nach Manson[342] fast jeder Eingeborene ein oder mehrere Exemplare davon beherbergt; in Aegypten wurden nur aus dem Sudan eingeschleppte Fälle beobachtet. Was die deutschen Kolonien anbelangt, so ist der Parasit in Togo recht häufig; im nördlichen Kamerun (Adamaua-Gebiet) kommt er ebenfalls vor[347], dagegen werden im südlichen Kamerun und ebenso wohl auch in Deutsch-Ostafrika nur eingeschleppte Fälle beobachtet***); zum mindesten ist der Medinawurm in Deutsch-Ostafrika aber recht selten.

In Amerika scheint zurzeit nur noch bei Bahia (Brasilien) ein endemisch infiziertes Gebiet zu bestehen; auch Curaçao wird noch als ein solches angegeben[316], während nach Manson[342] Medinensis von dort ebenso wie aus Britisch-Guayana und Surinam anscheinend verschwunden ist.

Außer beim Menschen ist Dracunculus medinensis auch bei Tieren (Leoparden, Hunden, Schakalen, Pferden, Rindern, Affen[338, 334]) nachgewiesen.

Morphologie. Eine Verwechselung des erwachsenen Medinensis-Weibchens — das, wenn es beim Durchbruch durch die Haut in die Erscheinung tritt, gegen einen Meter lang sein kann — mit anderen Filarien des Menschen ist ausgeschlossen. Das kleine, beim Menschen

*) Nach Leunis von der Stadt Medina am Senegal so benannt.

**) Castellani & Chalmers bemerken, daß Medinensis auch in Fidschi vorkommt; ob auch endemisch ist aus der Notiz nicht zu ersehen und die Originalarbeit kann ich nicht auffinden.

***) Cook[46] erwähnt einen Fall aus Uganda, sagt aber nicht, ob es sich um einen eudemischen gehandelt hat.

bisher anscheinend überhaupt noch nicht gefunden*), sondern nur aus den Affenexperimenten Leipers bekannte Männchen kommt praktisch für die Differentialdiagnose kaum in Betracht. Unreife Weibchen resp. solche, die nicht zum Durchbruch kommen und dann eventuell verkalken, könnten vielleicht mit anderen Filarien, z. B. Volvulusknoten verwechselt werden**).

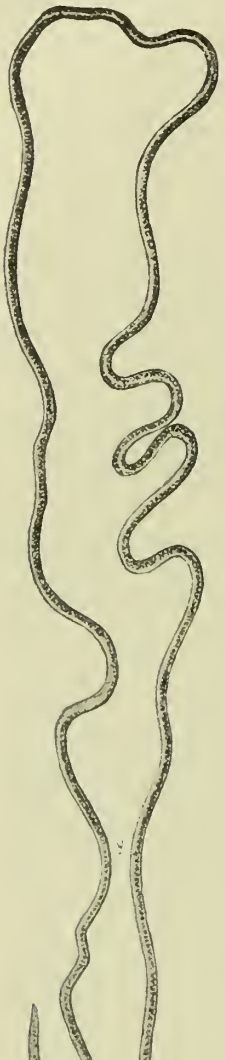


Fig. 38. Dracunculus medinensis ♀. (Nach Leuckart[337].)

Männchen: Die von Daniels 6 Monate nach der von Leiper ausgeführten Infektion bei Affen nebst zwei unreifen Medinensis-Weibchen aufgefundenen beiden Männchen waren 22 mm lang[333] ***) und besaßen 5 postanale Papillen zit. n. 314.

Weibchen: Der Wurm ist von milchweißer Farbe und im frischen Zustande heben sich die Seitenfelder als zwei halbdurchscheinende, dunkle Bänder ab[338]. Das reife Weibchen ist nach Ewart[320] 32,5—120 cm, im Mittel etwa 90 cm lang, nach Chitale[315a] 33—97 cm lang und besitzt eine Dicke von 1,5—1,7 mm; der Körper ist zylindrisch. Das Hinterende verjüngt sich in stumpfem Konus zu einer stachelartigen, nach der Bauchseite umgebogenen Spitze, die vielleicht zum Verankern des Wurmes dient. Das etwas verjüngte, abgerundete Vorderende trägt an seiner Spitze eine schildartige, zentral von der dreieckigen Mundöffnung durchbohrte und dorsal und ventral von dieser je in eine kleine Erhebung vorspringende Kappe, deren Rand durch 6 (2 größere seitliche und 4 kleinere submediane) Papillen etwas nach innen eingebuchtet wird[338]. Der vom Uterus zur Seite gedrängte Darmkanal besitzt beim erwachsenen Wurm keine Afteröffnung, jedoch ist eine solche von unreifen Weibchen beschrieben. Am Vorderende, außerhalb, aber dicht neben dem Ring der zirkumoralen Papillen, wäre nach Leipers[332, 333] Untersuchungen auch die Oeffnung gelegen†), durch die prolabierend (siehe weiter

*) Die Befunde von Charles[315] und Elliot[318], welche Medinensis ♂ von Menschen beschrieben haben, sind nicht einwandsfrei; es ist wahrscheinlich, daß es sich um prolabierte innere Organe des Weibchens gehandelt hat[340, 338, 346].

**) Die Fälle, wo abgestorbene Medinensis unter der Haut oder an anderen Körperstellen verkalken und eventuell auch zu Abszessen Veranlassung geben, werden öfter erwähnt[342, 319] und auch aus Togo beschreibt Krueger[389] mehrere.

***) Nach zur Strassen[346] ist auch das Männchen von Filaria dahomensis relativ sehr klein.

†) Es würde zu weit führen, auf die recht verschiedenen Ansichten der Autoren über den Bau der Dracunculus-Genitalien näher einzugehen, und ich verweise auf die S. 323 Anm. * zitierten Original-Arbeiten.

Erwähnt sei nur, daß nach neueren von zur Strassen[346] bei der anscheinend nahe verwandten Ichthyonema angestellten Untersuchungen die alte Leuckartsche Ansicht zu Recht bestände, nach welcher der Uterus nach einer inneren Zerreißung im Gebiete des Schlundes seine Brut aus der Mundöffnung entleert. Nach zur Strassen würde die Begattung von Dracunculus nach Analogie mit Ichthyonema wahrscheinlich durch eine am Ende des zweiten Körperdrittels gelegene, später obliterierende Vagina erfolgen, und zwar innerhalb der Bauchhöhle des Menschen; darauf würde das Weibchen seine Wanderung zur Haut

unten) der die Hauptmasse des Tieres ausmachende Uterusschlauch (Fig. 39) seine Brut entleert*).

Die reifen Larven (Fig. 40) sind 500—750 μ lang, bei einer Maximaldicke von 15—25 μ[342], also viel größer als die Blutmikrofilarien. Ihr Körper ist nicht drehrund, sondern dorsoventral etwas abgeplattet, und fast ein Drittel der Gesamtlänge kommt auf den pfriemenförmig zugespitzten Schwanz; die Cuticula ist mit Ausnahme des letzten Schwanzstückes deutlich quergestreift; die innere Organisation ist viel weiter entwickelt als bei den Blutmikrofilarien.

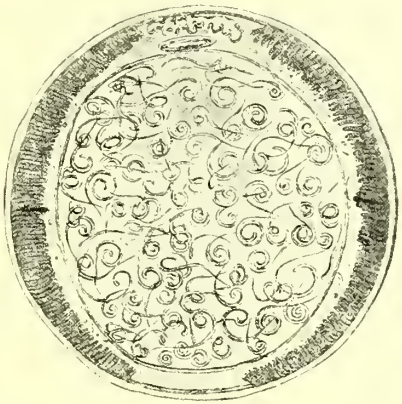


Fig. 39.

Fig. 39. Durchschnitt durch Dracunculus medinensis. Die Hauptmasse des Tieres besteht aus dem mit Brut gefüllten Uterus. (Nach LEUCKART[337].)

Fig. 40. Mikrofilarie von Dracunculus medinensis aus dem Uterus des Weibchens. *Gen.?* mutmaßliche Genitalanlage; *An. dr.* „Analpapillen" LEUCKARTS (anscheinend drüsiger Natur). Vergr. ca. 192 : 1. (Nach LOOSS[338].)

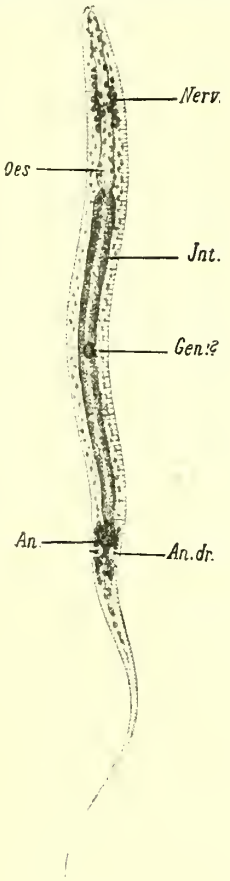


Fig. 40.

Biologie. Die Würmer, und zwar beide Geschlechter, leben im Bindegewebe**) und das Männchen stirbt wahrscheinlich nach erfolgter Begattung ab. Das reife Weibchen ist sozusagen „instinktiv" bestrebt, seine Brut unter Bedingungen zu versetzen, die es jener ermöglicht, in das für ihre Weiterentwickelung notwendige Wasser zu

antreten. Allerdings fand DANIELS in den oben erwähnten Affen-Experimenten LEIPERS die Würmer 6 Monate nach der Infektion nicht in der Bauchhöhle, sondern die Männchen und die noch unbefruchteten ca. 30 cm langen Weibchen befanden sich im Bindegewebe resp. in der Muskulatur, und auch in dem Falle von CHARLES[315] befanden sich die Medina-Würmer nicht, wie man nach dem Titel der (mir im Original nicht zugänglichen) Arbeit vermuten möchte, in der Bauchhöhle, sondern im subperitonealen Gewebe[338].

*) Eine sehr ausführliche Beschreibung des Wurmes gibt LEUCKART[337]; von neueren Arbeiten seien die unter Nr. 338, 332, 333, 346 zitierten erwähnt.

**) Vergleiche jedoch S. 322/23, Anm. †.

gelangen: es durchbricht daher die Haut an solchen Stellen, die bei Tieren und Naturvölkern am ersten Gelegenheit haben, mit Wasser in Berührung zu kommen. Die bevorzugten Durchbruchsstellen sind nämlich die Füße (50—60 Proz.)[326, 313] und überhaupt die unteren Extremitäten (92 Proz.)[316]; allerdings können die Würmer auch an allen möglichen anderen Stellen, selbst unter der Zunge[316], erscheinen. Bei Leuten, die gewohnheitsmäßig Wasser in nassen Lederschläuchen auf dem Rücken tragen, brechen die Würmer sehr allgemein an dieser Körperstelle hindurch[327, 338]; bei einem Manne, der Wasser in einem irdenen Topfe auf dem Kopf zu tragen pflegte, erschienen die Würmer an Kopf und Hals[327 *]).

Der durchbrechende Wurm, von dem sich ein Teil eventuell schlangenartig unter der Haut abhebt, erzeugt eine etwa taubeneigroße furunkelartige Schwellung, unter der sich das Vorderende des Wurmes befindet. Auf der Schwellung bildet sich eine kleine, mit klarem, später eitrig getrübtem Inhalt gefüllte Blase, nach deren Platzen das Vorderende des Wurmes in einem ca. 2 mm großen, kreisrunden Loche am Boden des so entstandenen Geschwürs von Zeit zu Zeit sichtbar wird[338]. (Ueber die Klinik siehe auch S. 325).

Wird kaltes Wasser auf die Nachbarschaft des Geschwürs geträufelt, so streckt sich — offenbar infolge des Kältereizes — aus dem Vorderende des Wurmes langsam ein zarter, ca. 1 mm dicker Schlauch (der prolabierende Uterus), 10, ja 20 mm weit hervor, der sich mit einer milchigen Flüssigkeit füllt und dann, an der Spitze platzend, seinen massenhaft Mikrofilarien enthaltenden Inhalt über den Geschwürsboden entleert, während der Schlauch danach zusammenfällt; nach 1—2 Stunden kann man den Versuch wiederholen[323, 339, 338 **]).

Die aus nicht infizierten Geschwüren (in eiternden sterben sie ab[333]) ins Wasser gelangten Mikrofilarien können, kaulquappenartig mit dem Schwanze schlagend, darin umherschwimmen; jedoch geschieht die Fortbewegung nur periodisch, dann sinken die Würmchen wieder zu Boden[342] und nach Leiper[333] sind sie überhaupt recht schlechte Schwimmer. Gelangen die Mikrofilarien *nicht* in den geeigneten Zwischenwirt, so sterben sie, ohne sich weiterentwickelt zu haben, in Wasser nach 3, höchstens 6 Tagen ab, wennschon sie sich in feuchtem Schlamme — wo sie sich weniger bewegen und daher weniger Energie aufzehren (cf. S. 238) — ein paar Tage länger lebend halten können als im Wasser[333, 345]. Austrocknen vertragen die Mikrofilarien nach Leiper[333] und Roubaud[345] im Gegensatz zu älteren Angaben[339] nicht.

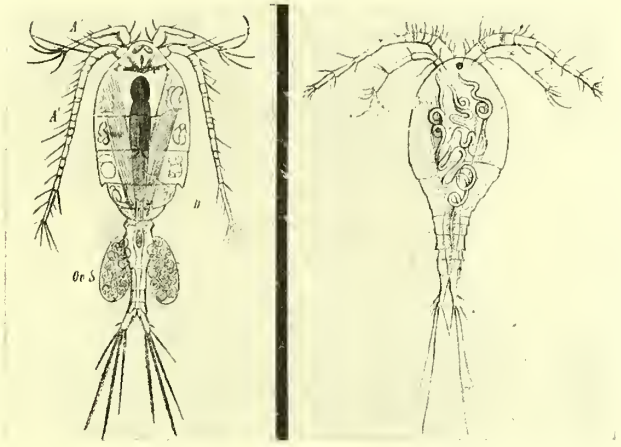
Wie Fedtschenko**) schon 1869 fand, sind Cyclops-Arten — winzige, in ruhigem Süßwasser überaus häufige Krebschen, vulgär „Wasserflöhe" genannt — der Zwischenwirt für die Medinensis-

*) Diese Beobachtungen würden dagegen sprechen, daß die Häufigkeit der Guineawurm-Geschwüre an den Füßen nur auf einem den Wurm leitenden Geotropismus beruhe, wie dies Leiper[333] vermutet.

**) Das Phänomen scheint allerdings nicht immer einzutreten; so gelang es Wurtz & Sorel[349] nicht, es hervorzurufen.

***) Der Name wird von Leuckart und auch sonst fast durchgehend in der medizinischen Literatur „Fedschenko" geschrieben; aus der unter 322 zitierten Arbeit — die in Rußland erschienenen Original-Publikationen des Autors waren nicht erhältlich — geht jedoch hervor, daß er mit „dt" zu schreiben ist. Ferner ergibt sich daraus, daß die Angabe bei Leuckart[337], daß

Larven. Durch die in den neunziger Jahren ausgeführten Nachuntersuchungen von Manson[339] und R. Blanchard wurden Fedtschenkos Resultate bestätigt und in neuerer Zeit durch die Arbeiten von Leiper[331, 332, 333*]) sehr wesentlich erweitert und berichtigt; auch Wenyon[348] und jüngst Roubaud[345] kamen zu gleichen Ergebnissen und ebenso bestätigt zur Strassen[346] auf Grund seiner mit Ichthyonema angestellten Versuche die Cyclops-Uebertragung ohne Vermittelung eines zweiten Zwischenwirtes.



a b

Fig. 41. a Uninfizierter Cyclops (nach R. Blanchard, kopiert aus Jeanselme & Rist, Précis de Pathologie exotique).
b mit Medinensis-Larven infizierter Cyclops nach Fedtschenko, kopiert aus R. Blanchard, Traité de Zoologie médicale, Paris 1890).

Ueber die Art, wie die Mikrofilarien in die Cyclops eindringen, weichen die Angaben der Autoren voneinander ab. Fedtschenko[321] glaubte, daß sie sich aktiv in die Krebschen einbohrten und Wenyon[348], der dies bestätigen zu können glaubte, vermutete, daß es mit dem spitzen Schwanzende voran geschehe. Nach Leipers[333] Beobachtungen war es jedoch wahrscheinlich, daß die Medineusis-Mikrofilarien — ebenso wie es Leuckart für die von Cucullanus festgestellt hatte — per os in den Cyclopsdarm gelangen und sich von hier aus in dessen Leibeshöhle bohren und nach den neueren Untersuchungen von Roubaud[345] kann letzteres als erwiesen angesehen werden.

Nach Leiper[333] tritt die Ausreifung im Cyclops — wobei die Larve den dünnen Schwanz verliert, sich häutet und heranwächst**) — in der fünften Woche ein, kühleres Klima (wie das Englands, wo Manson[339] seine Experimente anstellte) verzögert die Entwickelung bedeutend.

Andere Krebschen als Cyclopse lassen sich nicht mit Medinensis infizieren[345] (weitere Angaben über die Cyclops-Infektion enthält auch das Ende dieses Abschnittes unter Epidemiologie).

er schon 1858 Fedtschenko mit Hinweis auf die Entwickelung von Cucullanus die Anregung zu diesen Versuchen gegeben habe, auf einem Druckfehler beruht; es muß 1868 und nicht 1858 heißen, und die Entdeckung, daß Cyclops der Zwischenwirt für Medinensis ist, erfolgte offenbar 1869.

*) Die unter 333 zitierte Arbeit enthält eine Zusammenfassung der Resultate Leipers und eine kritische Besprechung der älteren Ansichten.

**) Genauere morphologische Angaben finden sich besonders in den unter Nr. 321, 342, 348 und 345 zitierten Arbeiten.

Gelangen ausgereifte Larven mit den Cyclopsen durch Trinkwasser in den Magen, so sterben die letzteren durch dessen Salzsäure ab, während die Medinensis-Larven im Gegenteil dadurch stimuliert werden und aus dem Krebschen austreten können; wenigstens verliefen so die von Leiper[331] in vitro mit entsprechenden Salzsäurekonzentrationen angestellten Versuche. Verfütterung ausgereifte Larven enthaltender Cyclopse an Affen führte in Leipers[332, 333] Versuchen 6 Monate nach erfolgter Infektion*) zum Nachweis heranreifender Medinensiswürmer (cf. Anm. † auf S. 322/23).

Epidemiologie. Die Inkubationsdauer von der Infektion bis zum Durchbruche der ausgereiften Weibchen durch die Haut beträgt nach Leuckart[337] 9—11 Monate, und auch nach den neueren Beobachtungen ca. 1 Jahr oder etwas darüber oder etwas weniger[341, 344, 350]. Anscheinend ist die Entwickelungsdauer von etwa einem Jahre nicht, wie man vermutet, eine Anpassung der Würmer an die (ja ebenfalls vom Wasser abhängigen) Lebensbedingungen der Cyclopse, sondern eine Anpassung an die Trinkgewohnheiten der definitiven Wirte.

Ein mit den Niederschlagsverhältnissen zusammenhängendes gehäuftes Vorkommen von Dracontiasis in bestimmten Monaten wird vielfach berichtet. Nach Leiper[335] wird an der Goldküste das Maximum zur Trockenzeit beobachtet, zu der die Bevölkerung wegen Wassermangels aus von Cyclops wimmelnden stagnierenden Tümpeln zu trinken gezwungen ist[336]. Roubaud[345] bestätigt diese Beobachtungen Leipers für Dahomey und macht ferner darauf aufmerksam, daß am Tschadsee die meisten Fälle von Medinensis-Infektion aber gerade in die Regeuzeit fallen, weil die dortigeu Eingeborenen dann den Wasserbedarf nicht aus ihren tiefen Brunnen, sondern durch Oberflächenwasser decken. Nach seiner Auffassung ist auch die eigentümliche geographische Verbreitung des Guinea-Wurmes vorwiegend auf die Trinkgewohnheiten der Bevölkerung zurückzuführen. Für die Anuahme, daß das Fehlen von Medincnsis an denjenigen Plätzen, wo er sich trotz häufiger Einschleppung nicht festsetzt, darauf beruhe, daß vielleicht nur die Cyclops-Arten bestimmter Gegenden zur Uebertragung geeignet seieu, gebeu Roubauds Experimente andererseits keinen Anhalt, denn er konnte ebenso gut Cyclopse aus endemischen Medinensis-Gebieten als solche aus benachbarten freien Gegenden infizieren; in demselben Sinne würden übrigens ja auch die positiven Cyclops-Infektionen sprechen, die Manson[339] in England gelangeu.

Die Cyclopse lassen sich nach Leipers[333] und Roubauds Versuchen ferner auch in allen Lebensaltern gleichgut infizieren, wodurch die Annahme von Graham[324], daß das jahreszeitliche Auftreten der Guineawurm-Geschwüre mit einer leichteren Infizierbarkeit des jungen Cyclops-Stadien zusammenhinge, hiufällig wird.

Ueber die Klinik und Therapie siehe in den Handbüchern der Tropenkrankheiten; besonders die unter 316 zitierte Arbeit enthält sehr ausführliche Angaben. Hier sei nur kurz folgendes erwähnt: Meist wird nur ein durchbrechender Wurm beobachtet, es kommen jedoch auch Fälle vor, wo es Dutzende, ja bis 50 Stück sind. Der Durchbruch des Wurmes kann mit Urticaria, Fieber und anderen schweren, wenn auch nur kurz andauernden Erscheinungen verlaufen, wie bereits S. 280 bemerkt wurde; nach Comméléran[317] haben diese Symptome Aehnlichkeit mit Miesmuschel-Vergiftung und sie scheinen dann aufzutreten, wenn der Durchbruch des Wurmes auf

*) Der anscheinend positive Ausfall, den F. Plehn[343] in Kamerun nach Verfütterung von dem Muttertier direkt entstammenden Larveu an Affen erhielt, beruht offenbar auf einem Zufallsbefunde. Wie Külz[118] angibt, kommt ein dem Medinawurm sehr ähnlicher Parasit auch spontan bei Kameruner Meerkatzen vor.

Hindernisse stößt. Unter normalen Verhältnissen entleert der sich selbst überlassene Wurm seine Brut im Laufe von 2—3 Wochen und wird dann resorbiert, oder läßt sich leicht aus der Wunde herausziehen, während er vordem Extraktionsversuchen Widerstand entgegensetzt[342]; daß ein Abreißen des Wurmes (wie man annimmt durch Entleerung der Larven ins Gewebe) zu schweren Vereiterungen führen kann, wurde schon in einem anderen Zusammenhange (cf. S. 280) besprochen.

Prophylaxe. Die bereits mit gutem Erfolge angewandte Prophylaxe besteht in der Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser. Besonders gefährlich sind stagnierende Wasserlöcher, in welche die Leute (resp. auch die infizierten Haustiere) mit ihren offenen Medinensisgeschwülsten hineintreten; letzteres ist nach den Vorschlägen von Leiper[333] bereits durch niedere Umwallungen der Schöpfstellen oder durch ähnliche einfache Vorrichtungen zu verhindern. Man hat auch versucht, die Cyclops durch heiße Dämpfe oder chemische Mittel in infiziertem Wasser abzutöten[336, 325, 330, 315a, 311].

Literatur.

Literaturverzeichnisse über Filarien bringen die unter Nr. 199, 137, 243, 6 zitierten Arbeiten; Nr. 269 gibt eine ausführliche Zusammenstellung der bis 1906 über Filaria loa erschienenen Arbeiten, Nr. 328 eine über den Medina-Wurm, Nr. 2 über Filarien der Tiere. Fortlaufend wird über die einschlägige Literatur unter anderem im Tropical diseases bulletin, im Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene, in den „Jahresberichten über die Leistungen und Fortschritte der gesamten Medizin“ und im „Index medicus“ (Washington) berichtet.

Das folgende Verzeichnis enthält, wie ausdrücklich bemerkt sei, nur die in der vorliegenden Arbeit zitierte Literatur (vgl. hierzu S. 185, Anm. *).

Arbeiten von zwei oder mehr Autoren sind in dem alphabetischen Register nur unter dem Namen des ersten von ihnen aufgeführt.

A. Die bis Seite 316 (d. h. die in allen Abschnitten mit Ausnahme der über Onchocerca volvulus und Dracunculus medinensis handelnden) zitierte Literatur.

1. Adam, Diskussion zu Manson: On the nature and origin of Calabar Swellings. Journ. of trop. med. and hyg., Vol. 13, 94, **1910**.
2. Annett, Dutton & Elliott, Report on the malaria expedition to Nigeria. Part II, Filariasis, Mem. IV of the Liverpool School of tropical med., **1901**.
3. Antoine, Kystes fibreux provoqués par des filaires. Bull. de la soc. de path. exot., **1910**, p. 88.
4. Aragão, Contribution à l'étude de l'éléphantiasis tropicale. Vortrag, geh. a. d. intern. Kongr. f. Dermatol. u. Syphilis, Bonn, April **1912**; zit. nach Ref. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1913, S. 64.
5. Ashburn & Craig, A new blood filaria of man: Filaria philippinensis. Amer. journ. of the med. sciences, **1906**, September.
6. — — Observations on Filaria philippinensis and its development in the mosquito. Philipp. journ. of science, Vol. 2, Nr. 1, **1907**.
7. Audain, a) Contribution au chapitre de l'étiologie de la filariase à propos de la communication de M. le Dr. Blanchard (Académie de méd., 22 mai 1900). Laterne médicale, Port au Prince, T. 3, 43—46, **1900**; zit. nach Penel[199]. b) Pathologie intertropicale. Doctrines et clinique. Port au Prince, **1904**, p. 331; zit. nach Penel[199].
8. Bach, Ueber die „Mikrofilarienkulturen“ von Wellman & Johns nebst Bemerkungen über die Messung der Mikrofilarien und einige Notizen zu ihrer Morphologie und Biologie. [Wird im Centralbl. f. Bakt. erscheinen.]
9. Bahr, Filariasis and Elephantiasis in Fidji, London **1912**.
10. Balfour, Fourth report of the Wellcome trop. research laboratories at the Gordon memorial college Khartoum, **1911**, Vol. A, p. 347. London 1911.

11. Bancroft, Th. L., On the metamorphosis of the young form of Filaria bancrofti Cobbold etc. Journ. of trop. med. and hyg., 1899—1900, p. 41 u. 149.
12. — Preliminary notes on the intermediary host of Filaria immitis Leidy. Journ. of trop. med. and hyg., 1901, p. 347.
13. — Some further observations on the life history of Filaria immitis Leidy. Brit. med. journ., 1904, Vol. 1, 822.
14. Bastian, Note on the probable mode of infection by the so-called Filaria perstans, and on the probability that this organism really belongs to the genus Tylenchus Bastiam. Lancet, 1904, Vol. 1, 286.
15. Bauche & Bernard, Sur deux cas de filariose du chien. Bull. de la soc. de path. exot., 1911, p. 478.
16. Beck, Bericht über andere Krankheiten in Koch & Kleine, Bericht über die Tätigkeit der zur Erforschung der Schlafkrankheit im Jahre 1906/07 nach Ostafrika entsandten Kommission. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt, Bd. 31, S. 176, 1911.
17. Bernard & Bauche, Conditions de propagation de la filariose sous-cutanée du chien. Stegomyia fasciata hôte intermédiaire de Dirofilaria repens. Bull. de la soc. de path. exot., 1913, p. 89.
18. Billet, Le filaire de l'œil (Filaria loa). Arch. de méd. et de pharm. milit. Paris 1907; zit. nach Ref. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1908, S. 405.
19. Bird, Septic phlebitis of the spermatic cord. Ind. med. gaz., 1910, p. 414.
20. Blanchard, Nouveau cas de Filaria loa. Arch. de parasitologie, 1899, p. 504, Anm.
21. — Arch. de parasitologie, 1899, p. 529.
22. Blatin & Joyeux, L'aire de répartition des filaires du sang en Afrique. Arch. de parasitologie, T. 12, Nr. 1, p. 28, 1908.
23. de Boissiere, Filariasis and Yaws in Fidji. Journ. of trop. med. and hyg., 1904, p. 179.
24. Branch & Edin, On operations for Elephantiasis. Journ. of trop. med. and hyg., 1910, p. 145.
25. Braun, M., Die tierischen Parasiten des Menschen. Würzburg 1908.
26. Breinl, Report of the year 1910 of the Australian Institute of trop. med., p. 16. The commonwealth of Australia dep. of ext. aff., 1911.
27. Brochard, Recherches sur une microfilaire humaine des îles Wallis. Bull. de la soc. de path. exot., 1910, p. 138.
28. — L'éléphantiasis arabum aux îles Wallis, et la théorie filarienne. Bull. de la soc. de path. exot., 1910, p. 401.
29. — L'éosinophilie dans la filariose et éléphantiasis. Bull. de la soc. de path. exot., 1910, p. 609.
30. Brumpt, La Filaria loa Guyot, est la forme adulte de la microfilaire désignée sous le nom de Filaria diurna Manson. Compt. rend. de la soc. de Biol., T. 56, 630, 1904.
31. — A propos de la Filaria volvulus Leuck. Rev. de méd. et d'hyg. trop., 1904.
32. — Précis de parasitologie, Paris 1910.
33. Brunvin, Some aspects of Filariasis in Fidji. Journ. of trop. med. and hyg., 1909, p. 365.
34. Burrows, D., A case of filarial infection in which both the Filaria loa (male) and numerous Filaria diurna were obtained together. Journ. of trop. med. and hyg., 1910, p. 25.
35. Calvert, John Hopkins bull., 1902; zit. nach Whyte [276].
36. van Campenhout & Dryepondt, Filariose. Soc. d'Et. col. Rapport sur les trav. du laborat. méd. de Léopoldville (1899—1900), p. 118—140, 1901; Ref. Journ. méd. de Bruxelles, 1901, p. 420, zit. nach Penel [199].
37. Castellani, Endemic Funiculitis. Lancet, 1908, Vol. 2, 15.
38. Castellani & Chalmers, Manual of tropical medicine. London 1910.
38a. Cazanove, Considération sur la filariose dans le bataillon des troupes noires d'Algier. Ann. d'hyg. et de méd. col., 1912, p. 555, zit. nach Ref. in Trop. diseases bull., 1912, p. 82.
39. Celsus, 8 Bücher der Arzneikunde, übersetzt von Ritter, 1840, Buch 3, Kap. 25, S. 200, zit. nach Unna [263].
40. Chitale, Observations on 300 cases of Guinea worm. Ind. med. gaz., Vol. 47, 318, 1912.

41. Christy, The distribution of sleeping sickness, Filaria perstans, etc., in East Equatorial Africa. Reports of the Sleeping Sickness Commission, II, p. 1, London **1903**.
42. — „Tick fever" in man. Thompson Yates and Jonston laborat rep., Vol. 5, 187, **1903**.
43. Cleland, Further investigations on Onchocerciasis („Worm nests" in Cattle). 2. Report of the Government bureau of microbiology, Sydney **1912**.
44. Connal, The prevalence of filarial embryos in the blood of the Lagos natives. Journ. of trop. med. and hyg., **1912**, Nr. 1, p. 5.
45. Conor, Existence de Filaria perstans en Tunisie. Bull. de la soc. de path. exot., **1911**, p. 47.
46. Cook, Notes on diseases met with in Uganda. Journ. trop. med., **1901**, p. 175.
46a. — Filariasis amongst the Baganda. Ebenda, **1902**, p. 245.
47. Cottle, Salvarsan in filariasis. Unit. St. naval med. Bull., **1912**, II. 1; zit. nach Ref. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1913, S. 105.
48. Craig, Observations of the United States Army Board for the study of tropical diseases in the Philippine Islands upon Filaria philippinensis etc. Transact. soc. of trop. med. and hyg., **1909**, p. 172.
49. — Filaria (Microfilaria) philippinensis. Journ. of trop. med., **1909**, p. 239.
50. Daniels, Filariae and Filarial diseases in British-Guyana. Journ. of trop. med., **1898—1899**, p. 13 und Brit. med. journ., **1898**, Vol. 2, 878.
51. — Discoverie of the parental form of a British-Guiana bloodworm. Brit. med. journ., **1898**, Vol. 1, 1011.
52. — The probable parental form of the sharp tailed Filaria found in the blood of the aboriginals of British Guiana. Brit. med. journ. **1899**, Vol. 1. p. 1459.
53. — Filariasis in Brit. Central-Africa. Journ. of trop. med., **1901**, p. 193.
54. — Adults form of Filaria demarquayi. Journ. of trop. med., **1902**, p. 357.
55. — Studies in Laboratory Work. London **1903**.
56. — Discussion on lymphatic diseases in the tropics. Brit. med. journ., **1908**, Vol. 2, 1359.
57. Daniels & Alcock, Tropical medicine and hygiene, Part. 2, Diseases due to the Metazoa. London **1910**.
58. Le Dantec, Pathogénie de l'éléphantiasis exotique et de l'éléphantiasis nostras. Caducée **1907**, p. 215; zit. nach Ref. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1909, S. 162.
59. Dubruel, Contribution à l'étude de l'étiologie de l'éléphantiasis arabum. Bull. de la soc. de path. exot., **1909**, p. 355.
60. — Essais de thérapeutique de l'éléphantiasis arabum. Bull. de la soc. de path. exot., **1909**, p. 360.
61. Dufougeré, L'éléphantiasis. Ses rapports avec la lymphangite endémique des pays chauds, **1907**; zit. nach Mathis & Leger[174].
62. — L'éléphantiasis, ses rapports avec la lymphangite endémique des pays chauds. Bull. de la soc. de path. exot., **1908**, p. 473.
63. Engeland & Manteufel, Ergebnisse einiger Untersuchungen über Mikrofilarien bei Menschen. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1911**, S. 721.
64. Eve & Mc. Carthy, Two cases of filariasis, one exhibiting so-called varicose groin glands, and the other chylous hydrocele and lymphatic varix of the spermatic cords. Lancet, **1899**, Vol. 1, 1362.
65. Eysell, Die Stechmücken. Menses Handb. d. Tropenkrankh., Bd. 2. Leipzig **1905**.
66. — Cyclophorus (Anopheles) nigripes Staeger (nov. gen.). Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1912**, S. 421.
67. Feldmann, Ueber Filaria perstans im Bezirk Bukoba. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1904**, S. 285.
68. — Ueber Filaria perstans im Bezirk Bukoba. II. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1905**, S. 62.
69. — Berichtigung zu meiner Mitteilung über Filaria perstans im Bezirk Bukoba. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1905**, S. 540.
70. — Medizinalberichte über die deutschen Schutzgebiete, **1905/06**, S. 90.
71. Fibiger, Ueber eine durch Nematoden (Spiroptera sp. n.) hervorgerufene papillomatöse und carcinomatöse Geschwulstbildung im Magen der Ratte. Berl. klin. Wochenschr., **1913**, S. 289.
72. Firket, De la filariose du sang chez les nègres du Congo. Bull. acad. roy. de méd. de Belgique, Bruxelles, Série 4, T. 9, 669—685, **1895**; zit. nach Penel[199].

73. Flemming, Bristol med. chirurg. journ., Juni 1908; zit. nach Jahresber. über die Leistungen und Fortschritte der ges. Medizin im Jahre 1908; 1909, Bd. 1, 482.
74. Flu, Akute Elephantiasis ohne voraufgegangene erysipelatöse Entzündungen. Not. a. d. Tropenpraxis, Nr. 3, 1908, in: Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1908, S. 165.
75. — Filariaonderzoek in Suriname. s'Gravenhage 1911.
76. Foley, Etudes morphologiques sur les microfilaires à gaine. Ann. de l'inst. Pasteur, 1913, p. 50.
77. Foran, Some notes on Filariasis in the Ikotepene District Southern Nigeria. Journ. of trop. med. and hyg., 1910, p. 50.
78. Fülleborn, Ueber den Modus der Filariainfektion. Münch. med. Wochenschrift, 1907, S. 497.
79. — Ueber Filaria volvulus (Leuckart). Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1908, Beiheft 7.
80. — Ueber Versuche an Hundefilarien und deren Uebertragung durch Mücken. Ebenda, 1908, Beiheft 8.
81. — Untersuchungen an menschlichen Filarien und deren Uebertragung auf Stechmücken. Ebenda, 1908, Beiheft 9.
82. — Bemerkungen zu der Arbeit von Dr. V. Reichmann: „Eine ungewöhnliche Filariaerkrankung. Heilung durch Ehrlich-Hata". Münch. med. Wochenschr., 1911, Bd. 1, S. 516 und 803.
83. — Methode zur Anfertigung von Dauerpräparaten herauspräparierter Mückenmägen, Speicheldrüsen und anderer kleinen Objekte. Not. a. d. Tropenpraxis, Nr. 3, 1911, in: Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1911, S. 543.
84. — Untersuchungen über Filarien (Verhandl. d. deutschen tropen-med. Ges., 1912). Ebenda, 1912, Beiheft 4, S. 153.
85. — Untersuchungen über die chemotaktische Wirkung der Malpighischen Gefäße von Stechmücken auf Hundemikrofilarien. Centralbl. f. Bakt., Orig., Bd. 65, 349, 1912.
86. — Zur Morphologie der Dirofilaria immitis Leydi 1856. Ebenda, Bd. 65, 341, 1912.
87. — Ueber Mikrofilarien des Menschen im deutschen Südsee-Gebiet und deren „Turnus", nebst Bemerkungen über die klinischen Manifestationen der dortigen Filariasis. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1912, S. 533.
88. — Beiträge zur Biologie der Filarien. Centralbl. f. Bakt., Orig., Bd. 66, 255, 1912.
89. — Beiträge zur Morphologie und Differentialdiagnose der Mikrofilarien. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1913, Beiheft 1.
90. Fülleborn & Bach, Ueber die Verteilung der Mikrofilarien in den Organen und das Verhältnis ihrer Anzahl zu den Muttertieren, nebst Bemerkungen über das Absterben der Mikrofilarien unter pathologischen Bedingungen. [Wird im Centralbl. f. Bakt. erscheinen.]
91. Fülleborn & Külz, Die Zugehörigkeit von Microfilaria diurna zu Filaria loa. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1912, S. 197.
92. Fülleborn & Rodenwaldt, Filarien. Eulenburgs Real-Enzyklopädie der gesamten Heilkunde, 4. Aufl.
92a. Fülleborn & V. Schilling-Torgau, Zur Eosinophilie bei Filarien-Infektionen. (Wird im Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. erscheinen.)
93. Galgey, San Lucia colon. report, 1899; zit. nach Low [144].
94. — Filaria demarquayi in St. Lucia, West Indies. Brit. med. journ., 1899, Vol. 1, 145.
95. Goldschmidt, Histologische Untersuchungen an Nematoden, 1. Sinnesorgane von Ascaris lumbricoides. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog. d. Tiere, Bd. 18, Heft 1, 1903.
96. Grall & Clarac, Traité de pathologie exotique T. 6, Paris 1913. (Microfilarioses et Filarioses von Clarac, Lebœuf & Rigollet.)
97. Grassi & Noè, Uebertragung der Blutfilarie ganz ausschließlich durch den Stich von Stechmücken. Centralbl. f. Bakt., Orig., Bd. 28, 652, 1900.
98. Green, Notes on the prevalence of filariasis in the Calcutta police force. Indian med. Gaz., 1902, p. 91—92.
99. Gullard, The condition of the blood in Filariasis. Brit. med. journ., 1902, Vol. 1, 831 und Journ. of trop. med. and hyg., 1903, p. 277.
100. Hapke, Maximale Eosinophilie bei Tropenschwellung. Not. a. d. Tropenpraxis, Nr. 1, 1913, in: Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1913.

101. v. d. Hellen, Arsenpräparate und Filarien. Not. a. Tropenpraxis, Nr. 1, 1913 in: Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1913**.
102. Henry, Report of a case of indigeneous parasitic chylurie with Filaria nocturna in the blood. Trans. ass. Amer. physicians, Vol. 11, 96, Philad. **1896**; zitiert nach Penel[199].
103. — Filaria sanguinis hominis. Trans. path. soc., Vol. 18, 432, Philad. **1898** (zitiert nach Pénel[199]).
104. d'Herelle & Seidelin, Sur deux microfilaires du sang de serpents. Compt. rend. soc. Biol., T. 2, 409, **1909**.
105. Heuermann, in: Medizinalberichte über die deutschen Schutzgebiete, **1905/6**, S. 407 (Generalsanitätsber. über die Kais. Schutztruppe von Kamerun für 1902/3).
106. Hida, Beiträge zur Morphologie der Filaria bancrofti (Cobbold) 1877. Centralbl. f. Bakt., Orig., Bd. 60, 133, **1911**.
107. Hirsch, Handbuch der historisch-geographischen Pathologie, Bd. 2, 226, Stuttgart **1883**.
108. Hodges, Sleeping sickness and Filaria perstans in Busoga and its neighbourhood, Uganda Protectorate. Journ. of trop. med., **1902**, p. 298.
109. Huber, Bibliographie der klinischen Helminthologie, München **1891—95**, mit Supplementheft, Jena **1908**.
110. Huffman, The embryos of Filaria loa. Parasitology, Vol. 4, Nr. 1, p. 75, **1911**.
110a. Huffman & Wherry, A description of four Filaria loa from the same patient. Parasitology, Vol. 4, p. 7, **1911**.
111. James, On the metamorphosis of the Filaria sanguinis hominis in Mosquitos. (Especially with reference to its metamorphosis in the Anopheles Rossi and other Mosquitos of the Anopheles genus.) Brit. med. journ., **1900**, Vol. 2, p. 533.
112. Kennard, Filaria and Mosquitos. Brit. med. journ., **1900**, Vol. 2, 754.
113. Königer, Beobachtungen über Elephantiasis auf Samoa. Arch. f. klin. Chirurgie, **1878**, Heft 2, S. 413.
114. Kreibich, Elephantiasis arabum in Eulenburgs Realenzyklopädie der ges. Heilkunde, Bd. 4, 405, **1908**.
115. Krueger, Med. Bericht über die deutschen Schutzgebiete, **1908/9**, S. 262 und 263.
116. Külz, Ueber Kamerunschwellungen und Filaria loa. Not. a. d. Tropenpraxis, Nr. 4, 1908 in: Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1908**, S. 437.
117. — Ueber Volkskrankheiten im Stromgebiet des Wuri und Mungo in Kamerun. Ebenda, **1908**, S. 547.
118. — Zur Pathologie des Hinterlandes von Südkamerun. Ebenda, **1910**, Beiheft 1.
119. — Der tropische Muskelabszeß (Myositis purulenta tropica). Ebenda, **1912**, S. 313.
120. Labadie-Lagrave & Deguy, Un cas des „Filaria volvulus". Arch. de paras., Vol. 2, 451, **1899**.
121. Lancereaux, Sur deux mémoires relatifs aux accidents de la filariose et qui ont pour auteurs, l'un M. Maurel etc., l'autre M. le Dr. Pedro S. de Magalhães (de Rio de Janeiro). Rapport. Bull. acad. méd., 2. série, T. 23, 438—41, **1890**; zit. n. Penel[199].
122. Leber, Beiträge zur Klinik und Therapie der Filarienkraukheiten in der Südsee. Verhandl. d. deutschen tropenmed. Gesellsch., 1912. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1912**, Beiheft 4. [Dem Autor hat außer der hier veröffentlichten kurzen Zusammenfassung Lebers ausführliches Konzept vorgelegen, das mit benutzt ist.]
123. Leber & v. Prowazek, Bericht über medizinische Beobachtungen auf Savaii und Manono (Samoa). Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1911**, S. 410.
124. Lebredo, Metamorphosis of Filaria in the body of the mosquito (Culex pipiens). Journ. of infect. diseases, suppl. 1, **1905**, p. 332.
125. Lebœf & Javelly, Un cas de filariose chez un Européen en Nouvelle-Calédonie. Bull. de la soc. de path. exot., **1911**, p. 202.
126. Lebœuf & Ringenbach, Sur quelques hématozoaires du Congo (Trypanosomes, Microfilaires, Leucocytozoaires). Ann. de l'inst. Pasteur, **1910**, p. 945.
127. Leese, Indian Camel-Filariasis. Journ. of trop. vet. science, Vol. 6, 400, **1911**.

128. Leger, La filariose humaine dans le Haut-Sénégal et Niger. Index endémique de la région de Bamako. Bull. de la soc. de path. exot., **1912**, p. 618.
129. Leiper, Diskussion zu Low[148].
129a. — Diskussion zu Manson[169].
129b. — A note on the adult Filariae found by Dr. P. H. Bahr in Fijians in Bahr[9].
129c. — Besprechung von Railliet, Henry & Langeron[216] in The journ. of the London school of tropical med., Vol. 2, Part. 1, p. 39.
130. — Metamorphosis of „Filaria loa". The Times, 30. Dez. **1912**, London.
131. Lemoine, Traitement de la filariose par l'atoxyl. Soc. méd. des hôpit., 22. I. **1909**.
132. Leuckart, Die menschlichen Parasiten und die von ihnen herrührenden Krankheiten. Leipzig und Heidelberg **1876**.
132a. Levaditi & Stanesco, V., Sur un procédé facilitant la recherche des trypanosomes, des spirilles et des filaires dans le sang. Compt. rend. soc. Biol., T. 67, 594, **1909**.
133. v. Linstow, Ueber die Arten der Blutfilarien des Menschen. Zoolog. Anzeiger Bd. 23, Nr. 607, S. 76, **1900**.
134. Livon, Jean (fils), & Pénaud, Un cas de Filaria loa avec œdèmes intermittents, microfilaires dans le sang. Compt. rend. soc. Biol., T. 61, 510, **1906**.
135. Löhlein, Beiträge zur Pathologie der Eingeborenen von Kamerun. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1912**, Beiheft 9.
136. Looss, Zur Kenntnis des Baues der Filaria loa Guyot. Zool. Jahrb., Abt. 1, Systematik, Bd. 20, 549, **1904**.
137. — Von Würmern und Arthropoden hervorgerufene Erkrankungen. Mense, Handb. d. Tropenkrankh., Bd. 1, Leipzig **1905**.
138. — The anatomy and life-history of Anchylostoma duodenale Dub., Part II, Cairo, **1911**.
139. Lothrop & Pratt, A report of two cases of Filariasis. Operation for lymphatic varices and chylous hydrocele with removal of adult worms. Amer. journ. of med. scienc., Vol. 120, 525—553, **1900**; zit. n. Ref. Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., Ref., Bd. 31, 373.
140. Low, A recent observation on Filaria nocturna in Culex probable mode of infection of man. Brit. med. journ., **1900**, Vol. 1, 1456—1457.
141. — Malarial and Filarial diseases in Barbados. Journ. of trop. med. and hyg., **1901**, p. 283.
142. — The development of Filaria nocturna in different species of mosquitos. Brit. med. journ., **1901**, Vol. 1, 1336.
143. — Filariasis in St. Kitts, W. J. Journ. of trop. med. and hyg., **1902**, p. 117.
144. — Notes on Filaria demarquayi. Brit. med. journ., **1902**, Vol. 1, 196—197.
145. — Filaria perstans. Journ. of trop. med. and hyg., **1903**, p. 180 und 198.
146. — A new Filaria in a monkey. Ebenda, **1904**, p. 2.
147. — Filaria perstans and the suggestion that it belongs to the genus Tylenchus Bastian. Lancet, **1904**, Vol. 1, 420—421.
148. — The unequal distribution of Filariasis in the tropics. Journ. of trop. med. and hyg., **1908**, p. 59.
149. — Filaria philippinensis. Ebenda, **1909**, p. 256.
150. — Filaria loa. Ebenda, **1911**, p. 5.
151. — The etiology of Elephantiasis. Ebenda, **1911**, p. 83.
152. — Persistence of eosinophilia and persistence of absence of embryos in peripheral blood in a case of Filaria loa infection. Ebenda, **1912**, p. 38.
152a. — A note on the pathologic of chyluria. Journ. London soc. of trop. med., Vol. 1, 243, **1912**.
153. — The life of filarial embryos outside the body. Journ. of trop. med. and hyg., **1912**, p. 338.
153a. — Filaria loa cases: Continuation reports. Ebenda, **1913**, p. 118.
154. Lucrecius Carus, Von der Natur der Dinge. Deutsch v. Binder, 6. Buch, S. 78; zit. n. Unna[263].
155. Ludwig & Saemisch, Ueber Filaria loa im Auge des Menschen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 60, 726—740, **1895**.
156. Lynch, Note on the occurence of Filariae in Fijians; from blood examinations. Journ. of trop. med. and hyg., **1905**, p. 99 und Lancet, **1905**, Vol. 1, 21.

157. Mackenzie, Trans. path. soc. London, Vol. 23, 394, **1881/2**; zit. n. Penel[199].
158. Maitland & Manson, A case of filarial disease of the lymphatics in which a number of adult Filariae were removed from the arm; with a description and identification of the Filariae. Brit. med. journ., **1894**, Vol. 1, 844—846.
159. Maitland, Note on the etiology of Filariasis. Brit. med. journ., **1900**, Vol. 2, 537.
160. Mandel, Ueber eine Blutfilarie des Pferdes. Centralbl. f. Bakt., Orig., Bd. 57, 84, **1911**.
161. Manson, China Imperial Marine Coustoms med. reports, Shanghai **1882**, Nr. 23, p. 1, zit. n. Penel[199].
162. — The Filariae sanguinis hominis and Filaria disease. In: Davidsohns Hygiene and Diseases of warm climates, p. 738—851. Edingburgh und London **1893**.
163. — On the production of artificial ecdysis in the Filaria sanguinis hominis nocturna, and the significance of the sheath and cephalic armature of this parasite. Brit. med. journ., **1893**, Vol. 1, 792.
164. — On certain new species of Nematode haematozoa occuring in America. Brit. med. journ., **1897**, Vol. 2, 1837.
165. — Diskussion zu James[111].
166. — A note on Dr. Primrose's Paper on Filariasis. Brit. med. journ., **1904**, Vol. 1, 72.
167. — Tropical diseases, a manual of the diseases of warm climates, 4. edition [**1907**], London.
168. — Diskussion zu Low[148].
169. — On the nature and origin of Calabar swellings. Journ. of trop. med. and hyg., **1910**, p. 92 und Transact. soc. trop. med., **1910**, p. 274.
170. Marchoux, Observations faites sur un cas de filariose „M. diurna". Bull. de la soc. de path. exot., **1910**, p. 613.
171. Marshall, Medizinalberichte über die Deutschen Schutzgebiete, **1908/9**, S. 81.
172. Mason, A further note on a filaria in the blood of camels in Egypt. Journ. of comp. path. and therap., Dez. **1911**; zit. n. Ref. in Journ. of the London school of trop. med., Vol. 1, P. 2, p. 114, 1912.
173. Mathis & Leger, Microfilaire de la poule. Compt. rend. soc. Biol., T. 2, p. 407, **1909**.
174. — — La Filariose humaine dans l'Indochine du Nord. Bull. de la soc. méd.-chir. de l'Indochine, T. 1, 261, **1910**.
175. Maxwell, Filariasis in South-Fuhkien [nähere Angaben fehlen], zit. n. Whyte[276].
176. Mégnin, Sur les hématozoaires du chien. Journ. de l'anat. et de la physiol., Paris **1883**.
177. Meinhof, Zur Klinik und Morphologie der Filaria und Microfilaria loa (diurna). Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1913** (Beiheft 2).
178. Mesnil, Diskussionsbemerkung zu Thiroux[258].
179. Mine, Ueber das endemische Vorkommen von Microfilaria nocturna in Japan. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1911**, Beiheft 7.
180. Miyake, Morphologische und klinische Beiträge zur Filaria bancrofti. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh., Bd. 59, 351, **1908**.
181. Moty, Contribution à l'étude de la filariose. Revue de Chirurgie, T. 12, p. 1—32, **1892**, zit. n. Penel[199].
— Présentation de préparations d'embryons de Filaire. Ann. de dermat. et syph., 3. sér., T. 4, p. 1201—03, **1893**, zit. n. Penel[199].
182. Myers, Chinese Imp. Mar. Customs Gaz. Med. rep., 32 issue, **1886**, zit. n. Manson[162].
183. de Nabias & Sabrazès, Sur les embryons de la Filaire du sang de l'homme. Compt. rend. de la soc. de Biol., T. 4, 455—460, **1892**, zit. n. Penel[199].
184. Nattan-Larrier, Développement et morphologie des embryons de Filaria loa. Bull. de la soc. de path. exot., **1911**, p. 710.
185. Nattan-Larrier & Bergeron, Presse médicale, 14. Juni **1905**, zit. nach le Dertu, Elephantiasis de la verge, etc. Rev. de méd. et d'hyg. trop., 1906.
186. Nattan-Larrier & Parvu, La valeur de l'éosinophilie chez les malades porteurs de „Filaria loa". Arch. mal. du cœur, des vaisseaux et du sang, 2. année, Nr. 11, **1909**; zit. n. Ref. Bull. de l'inst. Pasteur, 1910, p. 635.

187. Niclot, A propos d'un cas de filariose (Microfilaria bancrofti). Bull. path. exot., 1910, p. 399.
188. Nicolas, Contribution à l'étude des filarioses en Nouvelle Calédonie. Bull. soc. path. exot., 1910, p. 737.
189. Noc, Filaires d'Indo-Chine. Bull. de la soc. de path. exot., 1908, p. 369.
190. Noè, Sul ciclo evolutivo della Filaria bancrofti Cobbold e della F. immitis Leidy. Ricerche fatte nel labor. di anat. normale Univ. di Roma etc., Vol. 8, 275—353, 1901.
191. Ulteriore studi sulla Filaria immitis Leidy. Rendic. R. Acc. dei Lincei. Cl. fis.-mat. e nat., Vol. 12, 2° sem., ser. 5a, fasc. 10, p. 476, Roma 1903.
192. — Studi sul ciclo evolutivo della Filaria labiato-papillosa Aldr. Rendic. Acc. dei Lincei, Vol. 12, sem. 2, p. 387, 1903, zit. n. Ref. im Centralbl. f. Bakt., Bd. 35, 650, 1904.
193. — Il ciclo evolutivo della Filaria Grassi, mihi, 1907. Rendic. R. Acc. dei Lincei, Cl. fis.-mat. e nat., Vol. 17, ser. 5a, 1° sem., fasc. 5°, p. 282, 1908; ref. Bull. inst. Pasteur, 1908, p. 689.
194. O'Brien, The administration of atoxyl endovenously in Filariasis. Journ. of trop. med. and hyg., 1900, p. 150.
195. Ouzilleau, Les filaires humaines de la région du Mbomou (Afrique équatoriale française). Pathogénie de l'éléphantiasis des cette région. Rôle de la Filaria volvulus. Bull. de la soc. de path. exot., 1913, p. 80.
196. Ozzard, Description of a female form of the Filaria Demarquayi. Journ. of trop. med. and hyg., 1902, p. 259.
197. Parson, Filaria volvulus Leuckart, its distributiou, structure and pathological effects. Parasitology, Vol. 1, 359, 1908.
198. Peiper, Ein Fall beginnender Hodengangrän bei eitriger rechtsseitiger Orchitis und Funiculitis. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1910, S. 347.
199. Penel, Les filaires du sang de l'homme. Paris 1905.
200. Phalen & Nichols, Filariasis and Elephantiasis in Southern Luzon. Philippine journ. of science, 1908, p. 293.
201. — Notes on the distribution of Filaria nocturna in the Philippine Islands. Ebenda, 1908, p. 305.
202. — — The distribution of Filaria in the Philippine Islands. Ebenda, 1909, p. 127.
203. — — Tropical diseases in the Philippine Islands. Milit. surgeon, Vol. 24, Nr. 2, 1909; zit. n. Ref. Centralbl. f. Bakt., Bd. 43, 633, 1909.
204. Pichler, P. M., & J. T., Med. rec., 11. März 1911; ref. n. Jahresber. ü. d. Leistungen und Fortschritte der ges. Medizin über das Jahr 1911. 1912, Bd. 1, 504.
205. Plehn, A., Die tropischen Hautkrankheiten. Menses Handb. d. Tropenkrankh., Bd. 1, Leipzig 1905.
206. Plehn, F., Die Kamerunküste, Berlin 1898, S. 279.
207. Powell, A species of blood Filaria, probably hitherto undescribed. Brit. med. journ., 1903, Vol. 1, 1145.
208. Primerose, Filariasis in man cured by removal of the adult worms in an operation for lymph scrotum. Brit. med. journ., 1903, Vol. 2, 1262.
209. Prout, Filariasis in Sierra Leone. Brit. med. journ., 1902, Vol. 2, 879 und Journ. of trop. med. and hyg., 1902, p. 317.
210. — On the rôle of Filaria in the production of disease. Journ. of trop. med. and hyg., 1908, p. 109.
211. Railliet, A., Traité de zoologie médicale et agricole. Paris 1895.
212. Railliet & Henry, Remarques au sujet de la note de M. Nicolas. Bull. de la soc. de path. exot., 1910, p. 738.
213. — — Sur une filaire péritonéale des Porcins. Ebenda, 1911, p. 386.
214. — — Remarques au sujet des deux notes de MM. Bauche et Bernard. Ebd., 1911, p. 485.
215. — — Diskussion zu Mittler: Filaria immitis in Calcutta. Ebenda, 1912, p. 732.
216. Railliet, Henry & Langeron, Le genre Acanthocheilonema Cobbold, et les filaires péritonéales des Carnivores. Ebenda, 1912, p. 392.
217. Railliet, Moussu & Henry, a) Essais sur la prophylaxie et le traitement de la distomatose. Recueil méd. vét., 1911, p. 232 und Compt. rend. soc. Biol., 1911, p. 427. — b) Recherches sur le traitement de la distomatose du mouton. Recueil méd. vét., 1911, p. 283 und Compt. rend. acad. scienc., T. 152, 1125, 1911; zitiert nach Ref. im Bull. de l'inst. Pasteur, 1911, p. 615.

217a. Ransom, The life history of Habronema muscae etc. U. S. Depart. of agriculture, bur. of animal industry bull. 163, p. 9, **1913**.
218. Reichmann, Eine ungewöhnliche Filarienerkrankung. Heilung durch Ehrlich-Hata. Münch. med. Wochenschr., **1910**, S. 2291.
219. — Erwiderung zu den Bemerkungen des Herrn Prof. Fülleborn. Ebenda, **1911**, S. 516.
220. Remlinger & Menahem Hoddra-Bey, Deux cas de chylurie filarienne. Arch. d. Paras., T. 6, 574, **1902** und Monath. f. präkt. Dermat., **1903**, S. 217.
221. Renoir, Soc. d. Biol., April **1897**; zitiert nach Clarac, Lebœuf & Rigollet in: Grall & Clarac, 96 S. 332.
222. Rheindorf, Filarienbefund in der menschlichen Milz. Centralbl. f. Bakt., Orig., Bd. 46, 332, **1908**.
223. Robertson, A., Filaria loa. Lancet, **1897**, Vol. 1, 1744.
224. — A case of Filaria loa. Ophthalmological review, Vol. 14, 93, **1905**; zit. n. Ward 269.
225. Rodenwaldt, Filaria perstans beim Schimpansen. Not. a. d. Tropenpraxis, Nr. 6, 1908 in Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1908**, S. 545.
226. — a) Die Verteilung der Mikrofilarien im Körper und die Ursachen des Turnus bei Microfilaria nocturna und diurna. — b) Studien zur Morphologie der Mikrofilarien. Ebenda, **1908**, Beiheft 10.
227. — Differentialdiagnose zwischen Microfilaria nocturna und diurna. Ebenda, **1909**, S. 215.
228. — Ueber Filariasis. Bemerkungen zu dem Artikel von Dr. zur Verth in Nr. 49 (3. XII. 1908). Deutsche med. Wochenschr., **1909**, S. 143.
229. — Filaria loa. Not. a. d. Tropenpraxis, Nr. 1, 1910, in: Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1910**, S. 129.
230. — Zur Loa-Diurna-Frage. Not. a. d. Tropenpraxis, 1911, Nr. 1. Ebenda, **1911**, S. 128.
231. — Fieberhafte Abszesse mit Onchocerca volvulus und Notizen zur Morphologie des Parasiten. Not. a. d. Tropenpraxis, Nr. 1, 1912. Ebenda, **1912**, S. 30.
232. — Diskussion zu Leber 122. Ebenda, **1912**, Beih. 4, S. 157.
233. Rossiter, Notes on the treatment of Elephantiasis by the internal administration of Tinctura ferri chlorici. Unit. States Naval med. bull., Vol. 3, Nr. 3, Juli **1909**; zit. n. Ref. in Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1910**, S. 60.
234. Rouffiandis, Notes sur la filariose dans l'Archipel des Comores. Bull. de la soc. de path. exot., **1910**, p. 145.
235. Ruge, Malariaparasiten. Kolle-Wassermanns Handbuch d. pathogenen Mikroorg. (2. Aufl.), Bd. 7, 213, **1912**.
236. Ruge & zur Verth, Tropenkrankheiten und Tropenhygiene. Leipzig **1912**.
237. Sabouraud, zitiert nach Clarac, Lebœuf & Rigollet, in: Grall & Clarac, 96 S. 332 u. 375.
238. Saisawa, Untersuchungen an Hundefilarien. Centralbl. f. Bakt., Orig., Bd. 67, S. 68, **1912**.
239. Sambon, Remarks on the life-history of Filaria bancrofti and Filaria immitis. Lancet, **1902**, Vol. 2, 422.
240. — Remarks on the individuality of Filaria diurna. Journ. of trop. med. and hyg., **1902**, p. 381 u. **1903**, p. 27.
241. — Diskussion zu Low 148.
242. Schaudinn, Generations- und Wirtswechsel bei Trypanosoma und Spirochäte. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt, Bd. 20, 417, **1904**.
243. Scheube, Die Krankheiten der warmen Länder. Jena **1910**.
244. Schönebeck, Medizinalberichte über die deutschen Schutzgebiete, **1908/9**, S. 79.
245. Schumacher, Eitrige Funiculitis. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., **1913**, S. 18.
246. Seidelin, Notes on some blood-parasites in Reptiles. Ann. of trop. med., Vol. 5, 371, **1911**.
247. Sergent, Ed., & Foley, Existence de Filaria perstans chez un indigène de l'Afrique du nord. Bull. de la soc. de path. exot., **1908**, p. 472.
248. Sison Honoria Acosta, Elephantiasis glabra congenitus with report of a case. Bull. Manila med. society, Vol. 4, Nr. 12, p. 196, **1912**.
249. Smithson, Mossman Fever. Journ. of trop. med. and hyg., **1910**, p. 351.
250. Sorel, Absence d'éosinophilie dans un cas de Filaria loa. Bull. de la soc. de path. exot., **1911**, p. 205.
251. Sorel & Wurtz, Guineawurm. Rev. d'hyg. et méd. colon., **1912**, p. 123.

252. Stäubli, Die klinische Bedeutung der Eosinophilie. Ergebn. d. inn. Med. u. Kinderheilk., Bd. 6, 192, 1910.
253. Strube, Ueber das endemische Vorkommen von Parasiteneiern und Larven im Harn der Bewohner von Natal und Transvaal. Deutsche med. Woch., 1897, S. 253.
254. Tanaka, Ueber Filariasis. Blutbefunde, Harnuntersuchungen uud Nicreufunktion. Sixth dermatol. Congress New-York, 1907. Off. transact. New-York, 1908, Vol. 2, 600.
255. Taniguchi, Ueber Filaria bancrofti Cobbold. Centralbl. f. Bakt., Orig., Bd. 35, 492, 1904.
256. Theobald, Monograph of the Culicidae of the world. Vol. 4, 3, London 1907.
257. Thiroux, De l'action de l'émétique d'aniline sur la filariose. Bull. de la soc. de path. exot., 1910, p. 202.
258. — Les filaires embryonnaires du sang des indigènes de l'Afrique occidentale française. Ebenda, 1912, p. 438.
259. Thiroux & d'Anfreville, L'émétique d'aniline dans la filariose. Bull. de la soc. de path. exot., 1910, p. 407.
260. Thorpe, Filaria sanguinis homiuis iu the South Sea Islands. With photomicrographs of a Filaria from Touga and the Friendly Islands. Brit. med. journ., 1896, Vol. 2, 922.
261. Tidswell, Notes on some little known diseases of human beings, said to occur in Australia. 2. Report of the Gov. bur. of microbiol., Sydney 1912.
262. Tribondeau, Note sur la filariose aux îles de la société. Compt. rend. soc. Biol., 1903, p. 996.
263. Unna, Ein typischer Fall von Papierwissenschaft. Das monistische Jahrhundert, 1912/13.
264. Verdun & Bruyant, Quelques documents pour servir à l'étude de la Filaria loa. Bull. de la soc. de path. exot., 1912, p. 506.
265. zur Verth, a) Ueber Filariasis. Deutsche med. Wochenschr., 1908, S. 2113; b) Einiges zu den Bemerkungen des Herrn Rodenwaldt zu meinem Vortrag über Filariasis in Nr. 4 dieser Wochenschr. Ebenda, 1909, S. 447.
266. Viala, Les îles Wallis et Horn. Notes de géographie médicale. Ann. d'hyg. et de méd. colon., 1909, p. 422.
267. Waldow, Zur Behandlung der wandernden Hautfilarie. Arch. f. Schiffs- u. Tropenkrankh., 1909, S. 182.
268. Wanhill, Journ. royal med. corps, Vol. 6, 561, 1906; zit. n. Phalen & Nichols [202].
269. Ward, Studies on human parasites in North America. I. Filaria loa. Journ. of infect. dis., 1906, p. 37.
269a. Weinberg & Séguin, Recherches de l'éosinophile et éosinophilie. Compt. rend. soc. Biol., T. 74, 1059 u. 1096, 1913.
270. Wellman, Preliminary note on some bodies found in ticks — Ornithodorus moubata (Murray) — fed on blood-containing embryos of Filaria perstans (Manson). Brit. med. journ., 1907, Vol. 2, 142.
271. — Notes from Angola, sccond series [Note XXIX: On the etiology of Elephantiasis arabum). Journ. of trop. med. and hyg., 1908, p. 118.
272. Wellman & v. Adelung, A case of filarial hematochyluria treated after the method of Wherry and Mc Dill with apparent recovery. Journ. of Amer. med. assoc., Vol. 2, 1368, 1910.
273. Wellman & Johns, The artificial culture of filarial embryos. Jouru. of the Amer. med. assoc., Vol. 59, 1531, 1912.
274. Werner, Salvarsan bei Filarienerkrankung. Not. a. d. Tropenpraxis, 1911, in: Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1911, S. 129.
275. Wherry & Mc Dill, Notes on a case of hematochyluria, together with some observations on the morphology of the embryo nematode-Filaria nocturna. Journ. of infect. dis., Vol. 2, 412, 1905.
276. Whyte, Filarial periodicity and its association with eosinophilia. Journ. of trop. med. and hyg., 1909, p. 175.
277. Wise, The spermatic cord in Filariasis. Journ. of trop. med. and hyg., 1909, p. 276 und Filarial affections in British Guiana. Ebenda. 1910, p. 137.
278. Wirth, Filariosen bei einheimischen Pferden. Zeitschr. f. Infektionskrankh. d. Haustiere, Bd. 10, 161, 1911.
279. — Filariosen bei einheimischen Pferden. Ebenda. 1912, S. 295.
280. Wurtz & Nattan-Larrier, Nouvelle observation de Filaria loa. Arch. de méd. expér., Paris 1907, p. 558.

281. Wurtz & Sorel, Epidémie passive de Dracunculose observée dans un village de la forêt équatoriale à la côte d'Ivoire. Rev. méd. et d'hyg., T. 8, 149, 1911.
282. Young, Filariasis lymphscrotum and varicose groin glands. Brit. med. journ., 1897, Vol. 1, 1037; zit. n. Castellani & Chalmers [38].
283. Ziemann, Beitrag zur Pathologie der warmen Länder, mit besonderer Berücksichtigung der Cap-Verdischen Inseln. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1902, S. 273.
284. — Ueber das Vorkommen von Filaria perstans und von Trypanosomen beim Schimpanse. Ebenda, 1902, S. 362.
285. — Beitrag zur Filariakrankheit der Menschen und Tiere in den Tropen. Deutsche med. Wochenschr., 1905, S. 420.
286. — Medizinalberichte über die Deutschen Schutzgebiete, 1905/6, S. 178.

B. Die im Abschnitte über Onchocerca volvulus zitierte Literatur.

287. Antoine, Kystes fibreux provoqués par des filaires. Bull. de la soc. de path. exot., 1910, p. 88.
288. Brumpt, A propos de la Filaria volvulus Leuck. Rev. de méd. et d'hyg. tropic., 1904.
289. — Précis de Parasitologie. Paris 1910.
290. Castellani & Chalmers, Manuel of tropical medicine. London 1910.
291. Fülleborn, Ueber Filaria volvulus. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1908, Beiheft 7.
292. Gray, Unusual cases of Onchocerca volvulus from Lagos. Journ. of trop. med. and hyg., 1911, p. 111.
293. Külz, Ueber Volkskrankheiten im Stromgebiet des Wuri und Mungo in Kamerun. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1908, S. 547.
294. — Zur Pathologie des Hinterlandes von Südkamerun. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1910, Beiheft 1.
295. Külz & Bach, Beiträge zur Kenntnis von Onchocerca volvulus. [Wird im Centralbl. f. Bakt. erscheinen.]
296. Labadie-Lagrave & Deguy, Un cas de Filaria volvulus. Arch. de parasitol., Vol. 2, 451, 1899.
297. Laveran, Diskussion zu Railliet & Henry [305].
298. Leuckart, zitiert nach Manson, Diseases of the skin in tropical climates in: Davidson, Hygiene and diseases of warm climates, p. 936. Edinburgh u. London 1893.
299. Manson, Tropical diseases, a manual of diseases of warm climates. 4. edition [1907], London.
299a. Massey, A note from Dr. Massey „Early symptoms of Onchocerciasis". Journ. of the London school of tropical med., Vol. 2, Part 1, p. 40, 1912.
300. Looss, Von Würmern und Arthropoden hervorgerufene Erkrankungen in Mense, Handb. d. Tropenkrankh., Bd. 1, Leipzig 1905.
300a. Low, Besprechung der Arbeit von Ouzilleau [301] in Tropical diseases bull., 1913, p. 419.
301. Ouzilleau, Les filaires humaines de la région du Mbomou (Afrique équatoriale française). Pathogénie de l'éléphantiasis de cette région. Rôle de la Filaria volvulus. Bull. de la soc. de path. exot., 1913, p. 80.
302. Parson, Filaria volvulus Leuckart, its distribution, structure and pathological effects. Parasitologie, Vol. 1, 359, 1908.
303. Penel, Les filaires du sang de l'homme, Paris 1905.
304. Prout, A filaria found in Sierra Leone? Filaria volvulus (Leuckart). Brit. med. journ., 1901, p. 209; dasselbe mit einigen anderen Figuren auch als: Observations on Filaria volvulus. Arch. de Parasitologie, Paris 1901, p. 301.
305. Railliet & Henry, Remarques à l'occasion de la Note de M. le Dr. Autoine. Bull. de la soc. de path. exot., 1910, p. 91.
306. — — Les Onchocerques, Nematodes parasitiques du tissu conjonctive. Compt. rend. soc. Biol., T. 68, 248.

307. Rodenwaldt, Filaria volvulus. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1908, S. 701.
308. — Fieberhafte Abszesse mit Onchocerca volvulus und Notizen zur Morphologie des Parasiten. Not. a. d. Tropenpraxis, 1912, Nr. 1 in Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1912, S. 30.
309. Védy, Filariose dans le district de l'Uelé. Bull. de l'acad. roy. de méd. de Belgique, 29. Dez. 1905, zit. nach Ref. im Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1907, S. 565 und nach Railliet & Henry [305].
310. Ziemann, Medizinalbericht über die deutschen Schutzgebiete für das Jahr 1905/6, S. 148 und 179.

C. Die im Abschnitt über Dracunculus medinensis zitierte Literatur.

311. Alcock, Miscellaneous Notes from the Entomological Department. 3. A suggestion for destraying Cyclops in small collections of water. Journ. London School of trop. med., Vol. 1, 206, 1912.
312. Bartet, L'urticaire dans la dracunculose. Essais de pathogénie de l'urticaire dans la dracunculose. Bull. de la soc. de path. exot., 1908, p. 330.
313. Béranger-Féraud, Maladies des Européens au Sénégal, zit. nach Clarc [316 S. 441].
314. Castellani & Chalmers, Manuel of tropical medicine. London 1910.
315. Charles, A contribution on the life-history of the male Filaria medinensis founded on the examination of specimens removed from the abdominal cavity of man. Scient. mem. med. off. India, pt. 7, p. 51, Calcutta 1892 [zit. nach Low [338]].
315a. Chitale, Observations on 300 cases of Guinea Worm. Ind. med. Gaz., Vol. 47, 318, 1912.
316. Clarac, Filaire ou ver de Médine (Dragouneau), in Grall & Clarac: Traité de path. exot., T. 6, 430ff., Paris 1913.
317. Commélèran, L'Meurreu de Tidjikdja (Mauritanie) (Urticaire d'origine filarienne). Ann. d'hyg. et de méd. colon., T. 10, 379, 1907.
318. Elliott, W. M., Korresp. über: Filaria medinensis. Journ. of trop. med. and hyg., 1899, p. 283.
319. Emily, Note au sujet d'une petite tumeur constituée par un ver Ver de Guinée, enkystée. Bull. de la soc. de path. exot., 1910, p. 740.
320. Ewart, Questions relating to Dracunculus. Madras quarterly journ., pt. 1, p. 462, 1860. Ind. ann. of med. sc., 1859, p. 470 [zit. n. Manson [342]].
321. Fedtschenko, A., in Leuckart, Die menschlichen Parasiten und die von ihnen herzuführenden Krankheiten. Leipzig 1876, S. 704.
322. Fedtschenko, Frau, A. Fedtschenkos Reisen in Turkestan 1868—1871. Petermanns geogr. Mitteil., 1874, H. 6.
323. Forbes, A chapter on Filarial disease. Ind. med. record, 1894, p. 301; zit. n. Looss [338].
324. Graham, Guinea-worm and its Hosts. Brit. med. journ., 1905, Vol. 2, p. 1263.
325. Graham, A report upon experiments made at Lagos to ascertain the possibility of killing Cyclops in the Public Wells by heating the well water with steam from a portable steam boiler. Report to the Secretary of State for the Colonies. Zit. n. Ref. in Tropical diseases bulletin, Vol. 1, Nr. 2, p. 96, 1912.
326. Gregory, zit. n. Clarac [316 S. 441].
327. Harrington, A note on Dracunculus medinensis. Brit. med. journ., 1899, Vol. 1, 146, zit. n. Looss [338].
328. Inglis & Leiper, Bibliography of Dracontiasis. Journ. of the London school of trop. med., Suppl. 1, Vol. 2, November 1912.
329. Krueger, Medizinalberichte über die deutschen Schutzgebiete, 1908/9, S. 262.
330. Lane, The prevention of Guinea-worm disease correspondence. Ind. med. Gaz., Vol. 47, 294, 1912.
331. Leiper, The influence of Acid in Guinea-worm Larvea encysted in Cyclops. Brit. med. journ., 1906, Vol. 1, 19.
332. — Some results of the infection of monkeys with Guinea-worm. Brit. assoc. for the Advancement of Sc., York 1906; zit. n. Leiper [333].
333. — The etiology and prophylaxis of Dracontiasis. Brit. med. journ., 1907, Vol. 1, 129.

334. — Guinea-worm in domesticated animals. Journ. of trop. med. and hyg., 1910, p. 65.
335. — Notes on the seasonal incidence of Dracontiasis on the Gold Coast. Ebenda, 1911, p. 211.
336. — A method for dealing with Town Wells infected with Guinea-worm. Journ. London school of trop. med., Dez. 1911, p. 28.
337. Leuckart, Die menschlichen Parasiten und die von ihnen herzuführenden Krankheiten. Leipzig und Heidelberg 1876.
338. Looss, Von Würmern und Arthropoden hervorgerufene Erkrankungen. Menses Handb. d. Tropenkrankh., Bd. 1, Leipzig 1905.
339. Manson, On the Guinea-worm. Brit. med. journ., 1895, Vol. 2, 1350.
340. — Correspondence on Filaria medinensis. Journ. of trop. med. and hyg., 1899, p. 316.
341. — The life-span of Filaria medinensis. Brit. med. journ., 4. Juli 1903, Vol. 2, 10.
342. — Tropical diseases, a manual of the diseases of warm climates, 4. edition [1907], London.
343. Plehn, F., Die Kamerunküste. Berlin 1898.
344. Powell, The life-span of the Guinea-worm. Lancet, 1904, Vol. 1, 576 und Brit. med. journ., 1904, Vol. 1, 73.
345. Raubaud, Observations sur la biologie du ver de Guinée. Infektion intestinal des Cyclops. Bull. de la soc. path. exot., 1913, p. 281.
346. zur Strassen, Filaria medinensis und Ichthyonema. Verhandl. d. deutsch. zoolog. Ges., Leipzig 1907, S. 110.
347. Vorwerk, Zur Pathologie und Hygiene von Garua (Deutsch-Adamaua). Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., 1912 [S. 147].
348. Wenyon, Report of the travelling Pathologist and Protozoologist. „Dracontiasis". In 3. report Wellcome res. laborat. at the Gordon mem. College, p. 132, Chartoum 1908.
349. Wurtz & Sorel, Epidémie passive de Dracunculose observée dans un village de la forêt équatoriale à la côte d'Ivoire. Rev. de méd. et d'hyg. trop., T. 8, 149, 1911.
350. — — Note sur la durée de l'incubation du ver du Guinée. Ebenda, T. 9, p. 123, 1912.

Inhaltsübersicht.

Seite

Einleitende Bemerkungen 185
A. Zur Morphologie und Systematik der erwachsenen Würmer 185
B. Biologisches 190
C. Der Sitz der erwachsenen Filarien im Körper des Menschen und die durch die Würmer hervorgerufenen Krankheitssymptome 191
D. Die Diagnose der Filariasis 192
E. Einige geschichtliche Notizen über die medizinisch wichtigen Filarien . 192

Technisches 193
I. Erwachsene Filarien 193
II. Mikrofilarien 195
A. Für den klinischen Gebrauch empfehlenswerte Methoden 195
B. Für Laboratoriumszwecke in Betracht kommende Methoden 198
1. Anreicherung der Mikrofilarien 198
2. Konservieren lebender Mikrofilarien 199
3. Die Untersuchung von frischem Material 200
4. Fixierung und Einbettung von Mikrofilarienpräparaten 200
5. Färbung der Mikrofilarien 201
a) Vitalfärbung 201
b) Färbungen von fixierten Mikrofilarien 203
6. Zählung der Mikrofilarien 204
7. Messung der Mikrofilarien 205
a) Ausmessen der Gesamtlänge 205
b) Ausmessen und prozentuale Berechnung der anatomischen Fixpunkte von Mikrofilarien zu differentialdiagnostischen Zwecken . 208
8. Die Untersuchung der Filarien in Mücken 209

Allgemeiner Teil 210
Die Blutmikrofilarien 210
I. Der anatomische Bau der Blutmikrofilarien 211
A. Größe und allgemeine Körperform der Blutmikrofilarien und die Gestalt der „Scheide“ 211
B. Die Cuticula und Subcuticula der Blutmikrofilarien 213
C. Die Strukturen am Vorderende der Blutmikrofilarien 215
D. Der Verdauungstractus der Blutmikrofilarien 219
E. Der Exkretionsapparat der Blutmikrofilarien 221
F. Das Nervensystem der Blutmikrofilarien 223
G. Die „G-Zellen“ Rodenwaldts bei den Blutmikrofilarien 224
H. Der Schwanzabschnitt der Blutmikrofilarien 226
I. Die Zugehörigkeit der Blutmikrofilarien zu den erwachsenen Würmern 228
K. Zur Differentialdiagnose der Blutmikrofilarien des Menschen 230
II. Die Physiologie der Blutmikrofilarien 231
A. Die Bewegung der Blutmikrofilarien im frischen Präparate; Eigenschaften der „Scheide“, ihre Herkunft und Funktion 231
B. Die Entwicklung der Blutmikrofilarien im Mutterwurm und nach der Entleerung in das periphere Blut; abortierte Filarieneier 233
C. Die Lebensdauer der Blutmikrofilarien und ihr zuweilen vorzeitiges Absterben; der Verbleib der abgestorbenen Mikrofilarien 235
D. Die Uebertragung von mikrofilarienhaltigem Blut in den Körper eines anderen Tieres 236
E. Die Beeinflussung der Blutmikrofilarien durch physikalische Einwirkungen 237
1. Eintrocknen 237
2. Aenderungen des osmotischen Druckes 237
3. Temperatureinwirkungen 238
4. Lichteinwirkung 239
5. Röntgenbestrahlung 239
6. Elektrische Ströme 239
7. Rheotropismus 239

Seite

F. Chemische Einwirkungen auf die Blutmikrofilarien (Aussichten einer Chemotherapie) 239
G. Die Anzahl der Mikrofilarien und ihre Verteilung in den einzelnen Organen; ihr Vorkommen in Sekreten und Exkreten 241
H. Der „Turnus" der Blutmikrofilarien 245

Die Filarien im Zwischenwirt, die Infektion des definitiven Wirtes und die Ausreifung der Filarien in diesem 255
I. Mücken als Zwischenwirte 255
A. Empfänglichkeit der Mücken für Filarieninfektion 255
B. Die Mikrofilarienanzahl im Mückenmagen 257
C. Die Entwickelung der Mikrofilarien in der Mücke 257
D. „Künstliche Züchtung" der Filarien 260
E. Die Infektion des definitiven Wirts durch die Mücke 261
F. Einwirkung der Temperatur auf die Filarienentwickelung in der Mücke und bei der Infektion des Menschen 266
II. Andere Stechinsekten als Zwischenwirte 268
A. Stechfliegen 268
B. Zecken, Flöhe und andere Blutsauger 269
III. Die Ausreifung der Filarien im definitiven Wirt 269

Die erwachsenen Filarien 270
I. Morphologie der erwachsenen Filarien 270
II. Biologie der erwachsenen Filarien 271
[Positive Filarienbefunde bei negativem Mikrofilarienbefunde und umgekehrt] 274
[Die Loa-Diurna-Frage] 276
[Verschwinden der Mikrofilarien bei Elephantiasis] 277

Die pathogenen Wirkungen der Filarien des Menschen 278
I. Von den Filarien gebildete spezifische Substanzen 278
A. Eosinophilie erzeugende Substanzen und sonstiger Blutbefund 278
B. Andere Hinweise auf spezifische Stoffe 280
[Filarienfieber] 281
II. Mikrofilarien als Krankheitsursachen 282
III. Die erwachsenen Filarien als Krankheitsursache 283
[Elephantiasis] 286
[Calabarschwellungen] 290

Epidemiologie der Filarienkrankheiten 293
I. Häufigkeit der Filarienkrankheiten und ihre praktische Bedeutung . . . 293
II. Geographische Verbreitung der Filarieninfektionen und ihre Abhängigkeit von der Biologie der Parasiten und ihrer Ueberträger 294
[Jahreszeitliches Maximum der Filariasis] 295
III. Vorkommen der Filarien bei den verschiedenen Rassen 296
IV. Abhängigkeit der Filarien-Infektion vom Geschlecht des Wirtes 296
V. Abhängigkeit der Filarieninfektion vom Lebensalter des Wirtes 297
VI. Infektion mit mehr als einer Filarienart; Immunität und Resistenz . . . 300

Prophylaxe und Therapie der Filarienkrankheiten 301

Spezieller Teil 301

I. Filaria bancrofti Cobbold 1877 301
II. Filaria loa Guyot 1778 306
III. Filaria perstans Manson 1891 310
IV. Filaria demarquayi Manson 1897 313
V. Zweifelhafte Filarienarten und solche, die nur gelegentlich beim Menschen gefunden wurden 315
Filaria ozzardi Manson 1897 315
Filaria taniguchi Penel 1905 315
Microfilaria philippinensis Ashburn & Craig 1906 315
Microfilaria powelli Penel 1905 315
Microfilaria gigas Prout 1902 315
Andere Filarienarten 315
VI. Onchocerca volvulus Leuckart 1893 316
VII. Dracunculus medinensis Welsch 1674 321
Literatur 327

Erklärung der Tafeln.

Auf allen Tafeln, auf denen Mikrofilarien abgebildet sind, bedeutet: r. Md.-Gb. die „roten Mund-Gebilde"; N den Nervenring; ExP den Exkretions-Porus; ExZ die Exkretions-Zelle; IK oder In-K den „Innenkörper"; G^1-G^4 die „G^1-G^4-Zellen" im Sinne von RODENWALDT; A-P den Anal-Porus; r. Schw.-Geb. die „roten Schwanz-Gebilde". Bei erwachsenen Filarien bedeutet ein V die Mündungsstelle der Vulva.

Tafel I.

Die rot beschrifteten Figuren beziehen sich auf Microfilaria loa (resp. Microfilaria diurna des Blutes), die blau beschrifteten auf Microfilaria bancrofti.

Fig. 1. Microfilaria loa (aus dem Muttertier). Vitale Färbung mit Azur II.
„ 2. Microfilaria loa (aus dem Muttertier). Vitale Färbung mit Azur II.
„ 3. Microfilaria loa (aus dem Muttertier). Vitale Färbung mit Azur II und Eosin-Differenzierung.
„ 4. Microfilaria loa (aus dem Muttertier). Vitale Färbung mit Azur II und Eosin-Differenzierung. Dorsoventral-Ansicht.
„ 5. Microfilaria loa (aus dem Muttertier). Vitale Färbung mit Azur II.
„ 6. Microfilaria loa (aus dem Blut). Vitale Färbung mit Azur II.
„ 7. Microfilaria bancrofti (turnuslose Samoa-Mikrofilarie). Vitale Färbung mit Azur II und Eosin-Differenzierung. Seiten-Ansicht. [Die Unterschrift ist versehentlich rot statt blau gedruckt.]
„ 8. Microfilaria loa (aus dem Muttertier). Vitale Färbung mit Azur II und Eosin-Differenzierung. Dorsoventral-Ansicht.
„ 9. Microfilaria loa (Microfilaria diurna aus dem Blute, Material von Sir PATRIK MANSON). Gewöhnliches dickes, viele Jahre altes Trockenpräparat nach Umfärbung (ursprünglich Hämatoxylin) mit Azur II.
„ 10. Microfilaria loa (Microfilaria diurna aus dem Blute). Gewöhnliches dickes Trockenpräparat, Färbung mit Azur II.
„ 11. Microfilaria bancrofti (Microfilaria nocturna). Vitale Färbung mit Azur II und Eosin-Differenzierung.
„ 12. Microfilaria bancrofti (Microfilaria nocturna). Vitale Färbung mit Azur II und Eosin-Differenzierung.
„ 13. Microfilaria bancrofti (Microfilaria nocturna). Vitale Färbung mit Azur II.
„ 14. Microfilaria bancrofti (turnuslose Samoa-Mikrofilarie). Vitale Färbung mit Neutralrot.
„ 15. Microfilaria bancrofti (Material aus Deutsch-Ostafrika). Trockenausstrich, Färbung mit Azur-Eosin.
„ 16. Microfilaria bancrofti (Material aus Deutsch-Ostafrika). Trockenausstrich, Färbung mit Azur-Eosin.
„ 17. Microfilaria bancrofti (turnuslose Samoa-Mikrofilarie). Vitale Färbung mit Azur II.
„ 18. Microfilaria bancrofti (turnuslose Samoa-Mikrofilarie). Vitale Färbung mit Azur II.

Tafel II.

Die Beschriftung ist auf der Tafel selbst eingetragen.

Tafel III.

Die Blut-Mikrofilarien des Menschen nach Hämatoxylin-Färbung von dicken Trockenpräparaten, wie sie zur klinischen Diagnose angefertigt werden (cf. S. 195). Die Differenzen in Größe und Habitus bei derselben Mikrofilarienart erklären sich durch verschieden starke Schrumpfungen (verschiedene Dicke der Blutschicht und schnelleres oder langsameres Eintrocknen).

Tafel IV.

(Mikrophotogramme.)

Fig. 1. Vorderende von Filaria loa ♀ (Vergr. 25:1).
„ 2. Hinterende von Filaria loa ♂ (Vergr. 25:1).
„ 3. Vorderende von Filaria bancrofti ♀ (Material aus einem Chinesen). V. = Vulva-Oeffnung (Vergr. 84:1).
„ 4. Eier im Inneren von Filaria loa ♀.
„ 5. Microfilaria loa (Microfilaria diurna) im frischen Blutpräparat; man sieht die obere Scheidenkante als feinen Faden über das Kopfende hinausragen, sonst erkennt man nichts davon. (Moment-Mikrophot.)
„ 6. Microfilaria loa (Microfilaria diurna). Man sieht die Abknickung der Schwanzspitze, die von der Scheide überragt wird (cf. S. 211 u. 226). Vitalfärbung mit Neutralrot (Vergr. 660:1).
„ 7. Stelle des — bei dieser Färbung untingiert gebliebenen — Innenkörpers einer Microfilaria bancrofti (turnuslose Samoa-Mikrofilarie). Alkohol-Feuchtfixierung, Färbung mit Azur II (Vergr. 1300:1).
„ 8. Microfilaria bancrofti (turnuslose Samoa-Mikrofilarie). Vitale Azurfärbung mit nachfolgender starker Eosin-Differenzierung. Die „roten Mundgebilde", der Exkretions-Porus, der Anal-Porus und die „roten Schwanzgebilde" waren allein dunkelviolett gefärbt, der übrige Körper war mattblau geblieben (Vergr. 250:1).
„ 9. Microfilaria bancrofti (Microfilaria nocturna) im dicken, enthämoglobinisierten, alkoholfixierten, mit Hämatoxylin gefärbten Präparat (Vergr. 250:1).
„ 10. Microfilaria loa (Microfilaria diurna) neben der (dünneren) Microfilaria perstans. Dickes, gewöhnlich getrocknetes, enthämoglobinisiertes, alkoholfixiertes, mit Hämatoxylin gefärbtes Präparat (Vergr. 250:1).
„ 11. Microfilaria demarquayi. Dickes, gewöhnlich getrocknetes, enthämoglobonisiertes, mit Hämatoxylin gefärbtes Präparat (Vergr. 250:1).
„ 12. Microfilaria bancrofti (Microfilaria nocturna). Dünner, gewöhnlich getrockneter, enthämoglobinisierter, alkoholfixierter, mit Hämatoxylin gefärbter Ausstrich (Vergr. 250:1).
„ 13. Microfilaria loa (Microfilaria diurna). Dünner, langsam getrockneter, enthämoglobinisierter, alkoholfixierter, mit Hämatoxylin gefärbter Ausstrich (Vergr. 250:1).
„ 14a und b. Große gescheidete Mikrofilarie aus Kamerun (wahrscheinlich Loa-diurna). a) Im gewöhnlichen Giemsa-Präparat: die Mikrofilarie erscheint dünner und am Vorderende etwas kürzer als bei Hämatoxylin-Färbung; von der bei letzterer so deutlichen Scheide ist auch nicht eine Spur sichtbar. b) dasselbe Exemplar nach nachträglicher Umfärbung mit Hämatoxylin (Vergr. bei a und b 250:1).
„ 15. Microfilaria perstans. Dünner, in Kamerun (feuchtes Tropenklima!) gefertigter Ausstrich (Vergr. 250:1).
„ 16. Microfilaria demarquayi. Dünner, langsam getrockneter, enthämoglobinisierter, mit Hämatoxylin gefärbter Ausstrich (Vergr. 250:1).

Tafel V.

Die Larven von Microfilaria repens während ihrer Weiterentwickelung in der Mücke. (Mikrophotogramme meist mit Hämatoxylin gefärbter Präparate.)

Fig. 1. Die Mikrofilarie wird von dem Stilettbündel eines Culex aufgesogen; man sieht die Größenverhältnisse zwischen der zur Hälfte im Saugrohr steckenden Mikrofilarie und dem Stilettbündel. Die Mücke wurde unter dem Mikroskop zum Saugen filarienhaltiger Flüssigkeit gezwungen (die Methode siehe in der unter Nr. 80 zitierten Arbeit, Seite 34 ff.) und im geeigneten Augenblick durch heißen Alkohol abgetötet (Vergr. ca. 250:1).
„ 2. Die noch unveränderte Mikrofilarie in einem Malpighischen Gefäß eines Anopheles, ca. 12 Stunden nach dem Saugen der Mücke (Vergr. ca. 250:1).

Fig. 3. Die Larve im „Wurststadium", innerhalb eines Malpighischen Gefäßes eines Anopheles, 6 Tage nach dem Saugen der Mücke; der Enddarm ist bei der Präparation „bruchsackartig" aus dem Analporus hervorgetreten (Vergr. ca. 280:1).

„ 4. Malpighisches Gefäß eines Anopheles mit einer 6- und einer 10-tägigen Larve (Doppel-Infektion der Mücke) (Vergr. ca. 120:1).

„ 5. Die „Baucheingeweide" eines Anopheles 11 Tage nach Saugen der Mücke. Das dicke Gebilde in der oberen Bildhälfte ist der „Mücken-Magen", von dessen unterem Ende die langen Schläuche der Malpighischen Gefäße ausgehen; distalwärts davon setzt sich der Magen in den Darm fort. Die Malpighischen Gefäße sind durch die heranwachsenden, massenhaften Larven stellenweise spindelig aufgetrieben (Vergr. ca. 25:1).

„ 6. Reife Larve, die sich in ein Bein des Anopheles verirrt hat. Färbung mit Alaun-Karmin (Vergr. ca. 90:1).

„ 7. Sehr zahlreiche reife Larven in der Rüsselscheide der Mücke (cf. Textfigur 19). Die dunklen gewundenen Linsen sind die Filarien. Färbung mit Alaun-Karmin (Vergr. ca. 50:1).

„ 8. Aus der Rüsselscheidenspitze eines Anopheles durch die „Duttonsche Membran" austretende reife Larve. Man sieht die Spitze der Rüsselscheide von der Seite. Ungefärbtes Präparat (Vergr. ca. 80:1).

„ 9. Reife Larve, die sich in eine Palpe des Anopheles verirrt hat (cf. Textfigur 19). Färbung mit Alaun-Karmin (Vergr. ca. 90:1).

„ 10. Die reife Larve in der Haut eines Meerschweinchens. Aus der Rüsselscheide einer infizierten Mücke gewonnene reife Larven wurden direkt auf die Haut gebracht; ein Mückenstich fand bei diesen Versuchen nicht statt (Vergr. ca. 180:1).

Tafel VI.

Fig. 1. Durchschnitt durch eine mit reifen Dirofilaria repens-Larven vollgestopfte Stegomyio-Rüsselscheide. Das Stilettbündel ist durch die von den Filarien bewirkte Auftreibung der Rüsselscheide aus seiner Rinne herausgedrängt. Vergleiche hiermit die Textfigur 20. Färbung mit Hämatoxylin (Mikrophot., Vergr. ca. 500:1).

„ 2. Durchschnitt durch eine im Moment des Blutsaugens durch Elektrizität erschlagene Stegomyia zur Demonstration der Saugstellung. Man sieht das Stilettbündel in der Tiefe der Haut, während die Spitze der nach hinten abgekrümmten Rüsselscheide auf der Hautoberfläche ruht. Vergleiche hierzu Textfigur 21. Färbung mit Hämatoxylin. (Ueber die sonstige Technik vergleiche die unter Nr. 80 zitierte Arbeit, Seite 40 ff.). (Mikrophot., Vergr. 17,5:1).

„ 3. Durchschnitt eines aus mehreren Einzelknoten zusammengesetzten Volvulus-Tumors. Außen die fibröse Kapsel, im Inneren Wurmdurchschnitt. Färbung mit Hämatoxylin (Mikrophot., Vergr. 5:1).

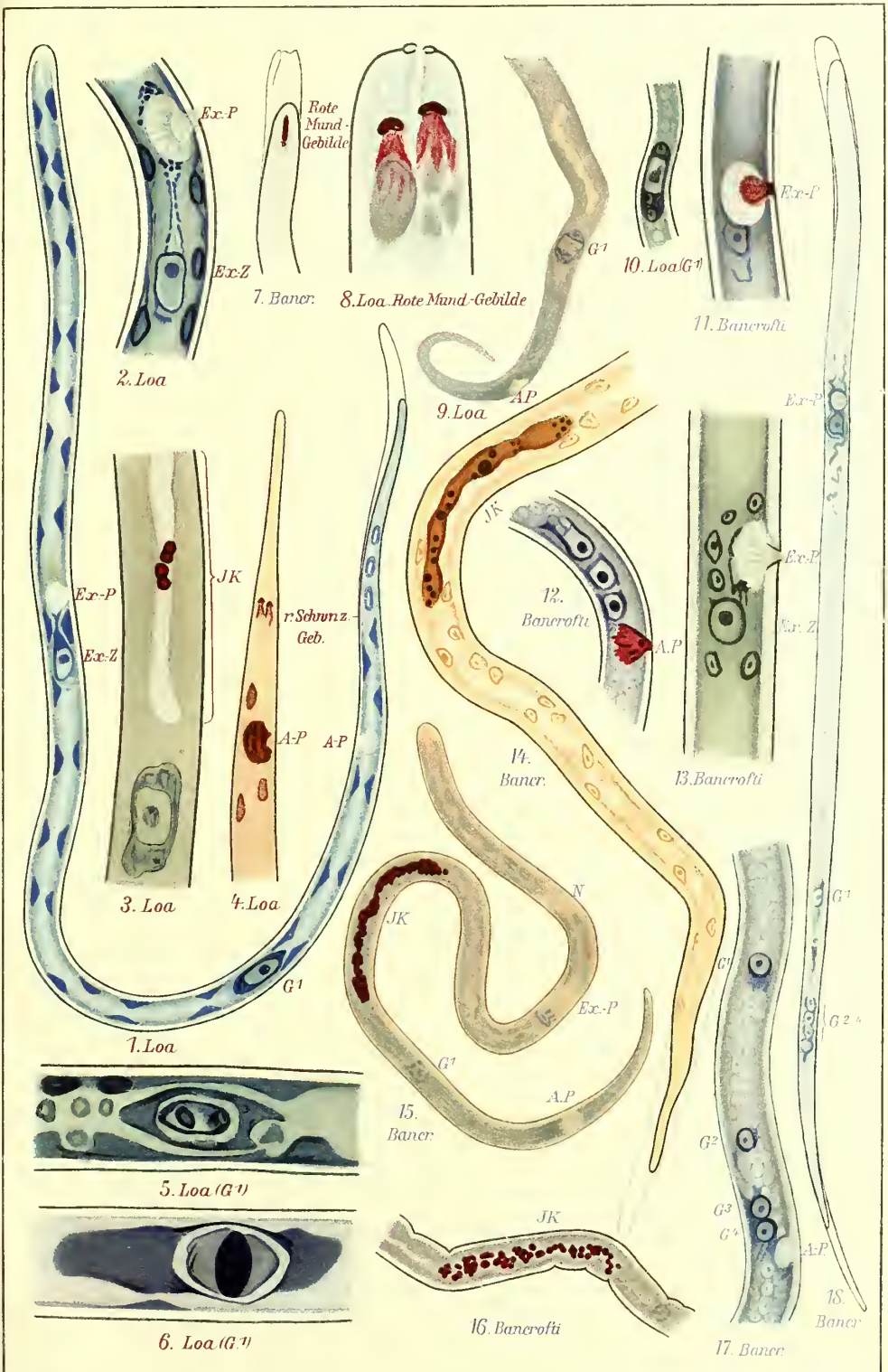
„ 4. Stelle aus der Randpartie eines älteren Volvulus-Tumors. Färbung mit Hämatoxylin (Mikrophot., Vergr. 50:1).

„ 5. Stück eines Onchocerca volvulus ♀, anscheinend Partie aus dem mittleren Abschnitt des Wurmes zur Demonstration der „tonnenreifen-artigen Cuticular-Verdickungen. Ungefärbtes Präparat (Zeichnung, Vergr. 50:1).

„ 6. Ein Ei von Onchocerca volvulus. Man erkennt die charakteristischen Zipfel der Eihülle (Mikrophot., Vergr. 500:1).

„ 7. Microfilaria von Onchocerca volvulus aus einem Tumor (resp. dem Uterus des ♀). Der Wurmknoten war in Formalin oder Alkohol konserviert, die Larven wurden, ohne sie trocken werden zu lassen, mit Hämatoxylin gefärbt und auch feucht mikrophot. (Mikrophot., Vergr. 250:1.)

„ 8. Mikrofilarie von Onchocerca volvulus in dem Bindegewebe der Randschicht des Wurmknotens. Färbung mit Hämatoxylin (Zeichnung).


Ex.-P
Ex.-Z
2. Loa
Rote Mund-Gebilde
7. Bancr.
8. Loa. Rote Mund-Gebilde
G¹
9. Loa
10. Loa (G¹)
Ex.-P
11. Bancrofti
JK
Ex.-P
Ex.-Z
r. Schwanz-Geb.
A.P
3. Loa
4. Loa
A.P
12. Bancrofti
A.P
13. Bancrofti
14. Bancr.
N
JK
Ex.-P
G¹
A.P
15. Bancr.
1. Loa
5. Loa (G¹)
6. Loa (G¹)
JK
16. Bancrofti
G²
G³
G⁴
A.P
17. Bancr.
18. Bancr.

Microfilaria bancrofti und loa im mit heißem Alkohol 70 Proz. fixierten und mit Azur II gefärbten Feuchtpräparat. Mikrophot. 1300:1. Daneben dieselben Präparate in farbigen Zeichnungen.

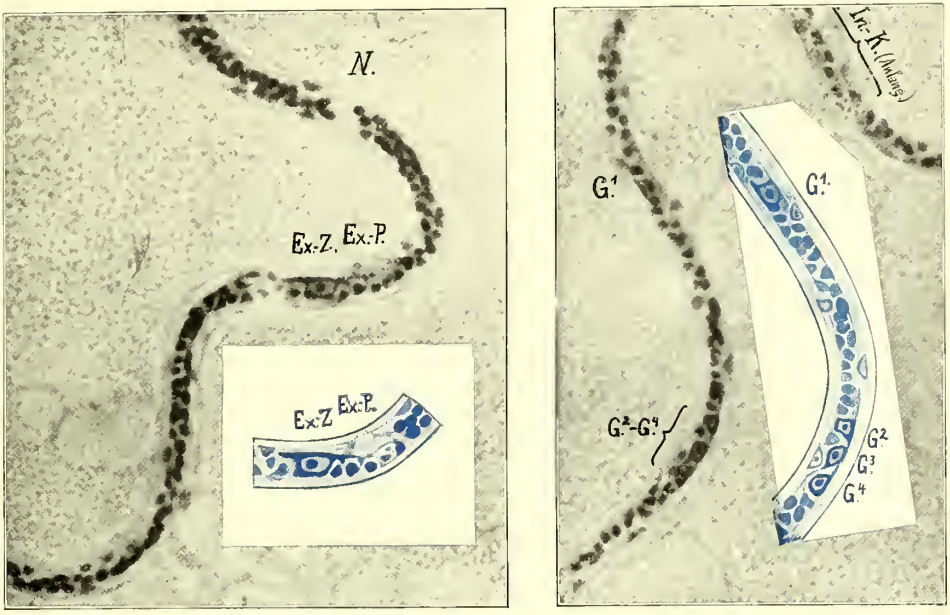


Fig. 1 und 2. Microfilaria bancrofti (turnuslose Samoa-Mikrofilarie).

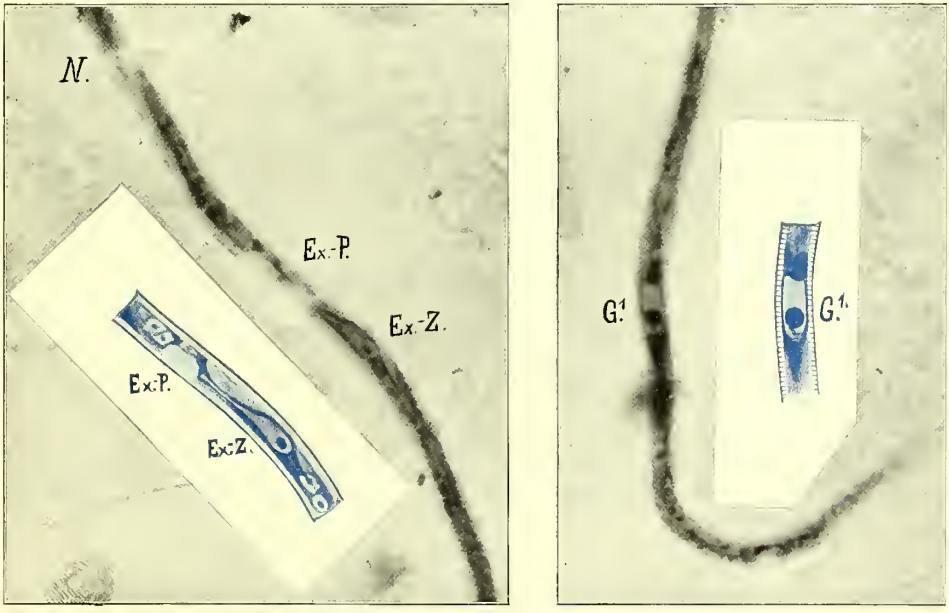
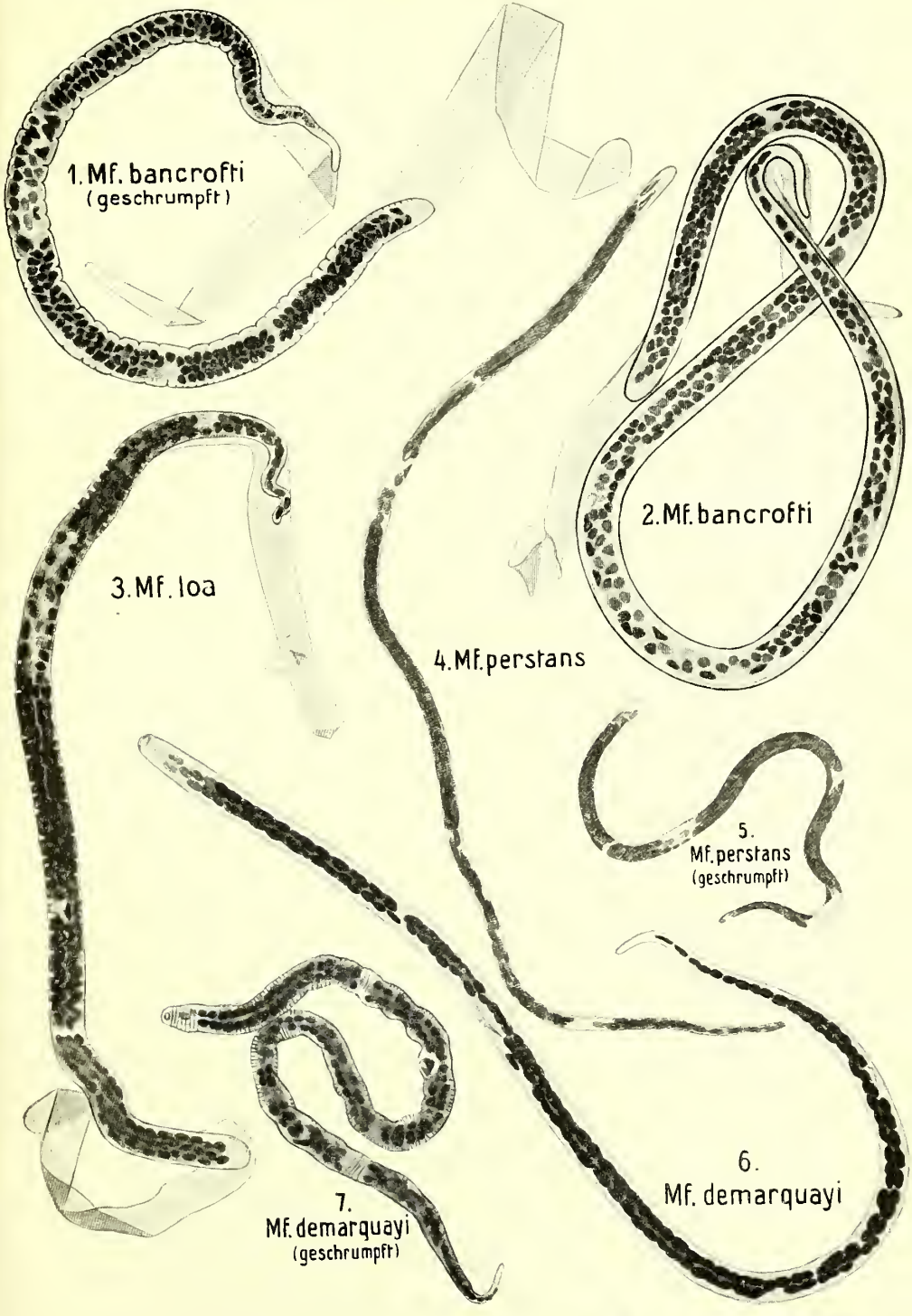


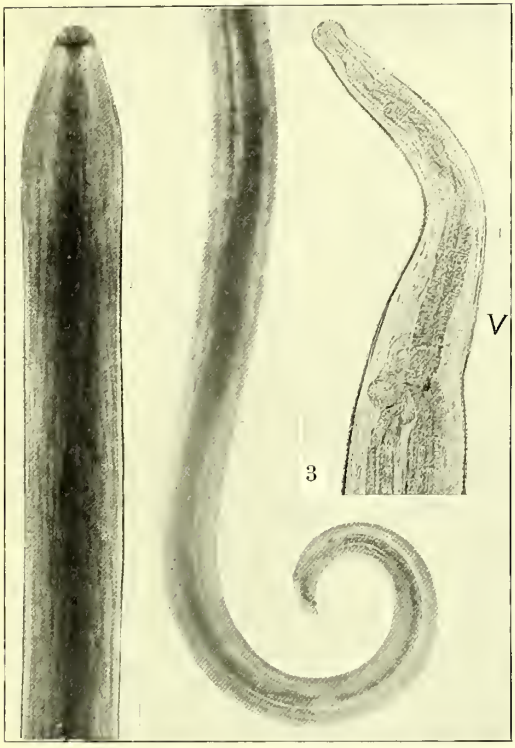
Fig. 3 und 4. Microfilaria loa (Diurna aus peripherem Blute).

Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

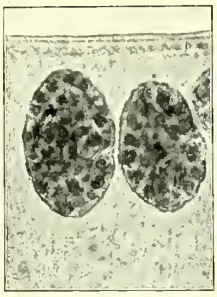


H. Sikora pinx.

Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**



1 2 3



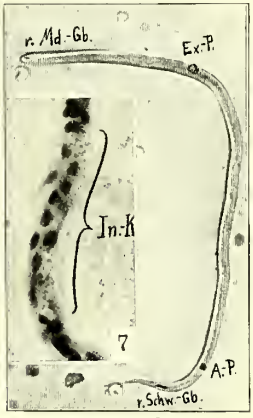
4



5



6



8



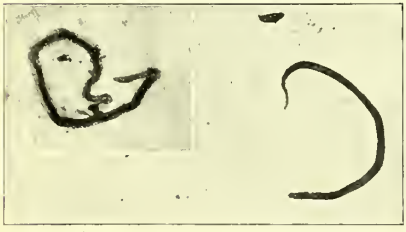
9



10



11



12 13



14a u. b



15

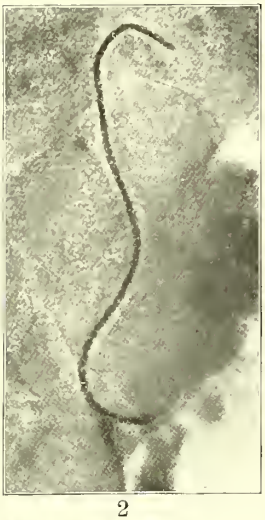


16

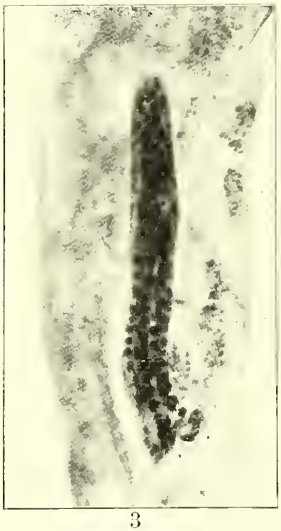
Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**



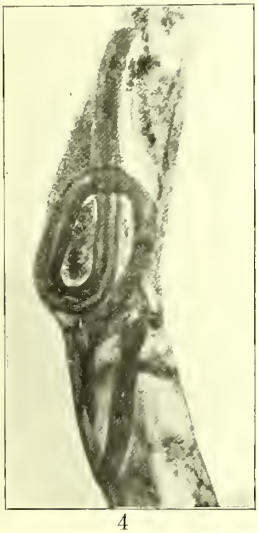
1



2



3



4



5



6



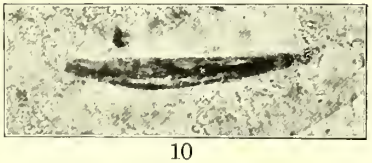
7



8

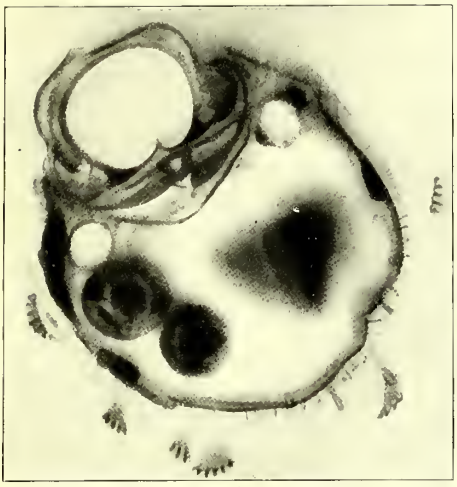


9



10

Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**



1



2



3



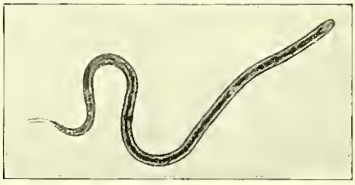
4



5



6



7



8

Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
08 DEC 2005
RECEIVED